

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局(43) 国際公開日  
2003 年 10 月 9 日 (09.10.2003)

PCT

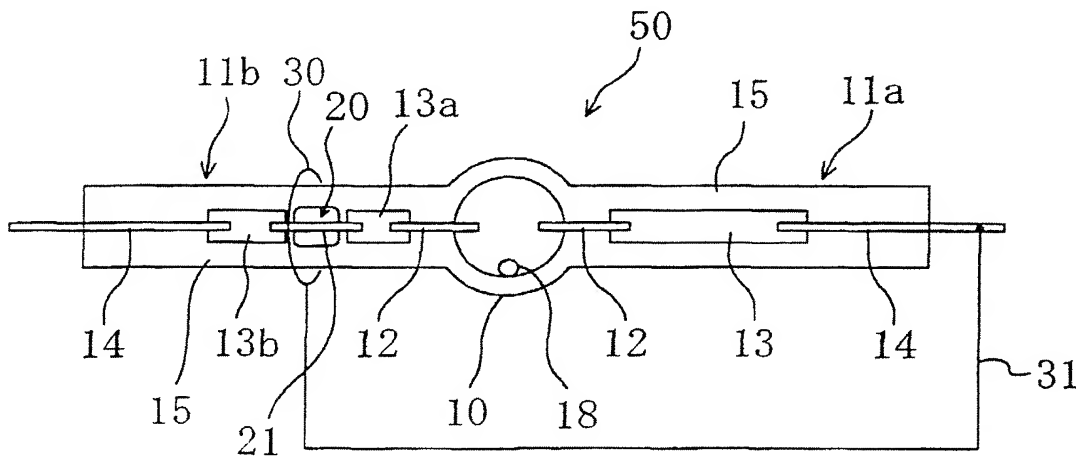
(10) 国際公開番号  
WO 03/083897 A1

- (51) 国際特許分類: H01J 61/36, 9/26 (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 松下電器産業株式会社 (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.) [JP/JP]; 〒571-8501 大阪府 門真市 大字門真 1 0 0 6 番地 Osaka (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP03/04051
- (22) 国際出願日: 2003 年 3 月 28 日 (28.03.2003)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
- |               |                              |    |   |
|---------------|------------------------------|----|---|
| 特願2002-096606 | 2002 年 3 月 29 日 (29.03.2002) | JP | (72) 発明者; および   |
| 特願2002-096607 | 2002 年 3 月 29 日 (29.03.2002) | JP | (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 南畑 亮 (MINAMIHATA, Ryo) [JP/JP]; 〒661-0047 兵庫県 尼崎市 西昆陽 1-9-5-504 Hyogo (JP). 田中 和久 (TANAKA, Kazuhisa) [JP/JP]; 〒576-0041 大阪府 交野市 私部西 1-4-5-1-607 Osaka (JP). 長倉 強 (NAGAKURA, Tsuyoshi) [JP/JP]; 〒569-0811 大阪府 高槻市 東五百住町 1-3-5-1-5-A207 Osaka (JP). 栗本 嘉隆 (KURIMOTO, Yoshitaka) [JP/JP]; 〒569-1121 大阪府 高槻市 真上町 6-4-5-1-9 Osaka |
| 特願2002-096859 | 2002 年 3 月 29 日 (29.03.2002) | JP |   |

[続葉有]

(54) Title: DISCHARGE LAMP AND METHOD FOR PRODUCING THE SAME, AND LAMP UNIT

(54) 発明の名称: 放電ランプおよびその製造方法、ならびにランプユニット



(57) Abstract: A discharge lamp (50) comprising an arc tube (10) having a light emitting substance (18) sealed therein and having a pair of opposed electrodes (12) disposed therein, and seal sections (11a, b) formed at the opposite ends of the arc tube (10) and having sealed therein metal foil structures (13) respectively electrically connected to the pair of electrodes (12). At least one of the metal foil structures (13) is composed of a first metal foil section (13a), a second metal foil section (13b) and a metal rod (21) connecting the two, and at least one seal section (11b) having a cavity (20) around the portion of the seal section in which the metal rod (21) is positioned, the cavity (20) having at least rare gas sealed therein.

(57) 要約: 発光物質 18 が封入された管内に一对の電極 12 が対向して配置された発光管 10 と、発光管 10 の両端に形成され、且つ、一对の電極 12 のそれぞれに電氣的に接続された金属箔構造体 13 が封止された封止部 (11a、b) を備えた放電ランプ 50 である。金属箔構造体 13 の少なくとも一方は、第 1 の金属箔部 13a と第 2 の金属箔部 13b と両者を連結する金属棒 21 とから構成されており、少なくとも一方の封止部 11b は、当該封止部のうち金

[続葉有]

WO 03/083897 A1



(JP). 堀内 誠 (HORIUCHI, Makoto) [JP/JP]; 〒633-0062  
奈良県 桜井市 粟殿 1 0 6 - 2 - 4 1 2 Nara (JP).

(74) 代理人: 前田 弘 , 外 (MAEDA, Hiroshi et al.); 〒550-  
0004 大阪府 大阪市 西区 鞠本町 1 丁目 4 番 8 号 太平  
ビル Osaka (JP).

(81) 指定国 (国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB,  
BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK,  
DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU,  
ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT,  
LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO,  
NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL,  
TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU,  
ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (広域): ARIPO 特許 (GH, GM, KE, LS, MW, MZ,  
SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特許 (AM,  
AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特許  
(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB,  
GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR),  
OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW,  
ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2 文字コード及び他の略語については、定期発行される  
各 PCT ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語  
のガイダンスノート」を参照。

属権 21 が位置する部分の周囲に、キャビティ 20 を有しており、キャビティ 20 の内部には、少なくとも希ガス  
が封入されている。

# 明 細 書

放電ランプおよびその製造方法、ならびにランプユニット

## 技術分野

本発明は、放電ランプおよびランプユニット、ならびに放電ランプの製造方法に関する。特に、液晶プロジェクタ用光源やデジタルマイクロミラーデバイス（DMD）プロジェクタなどの画像投影装置用光源として使用される放電ランプおよびランプユニットに関する。

## 背景技術

近年、大画面映像を実現するシステムとして液晶プロジェクタやDMDプロジェクタなどの画像投影装置が広く用いられており、このような画像投影装置には、高い輝度を示す高圧放電ランプが一般的に広く使用されている。画像投影装置では、液晶パネルなどの極めて小さな領域に光を集光する必要があるため、高輝度に加えて点光源に近いことも要求されている。このため、高圧放電ランプの中でも、より点光源に近く高輝度の特長を有するショートアーク型の超高圧水銀ランプが有望な光源として注目されている。

図1を参照しながら、従来におけるショートアーク型の超高圧水銀ランプ1000の説明をする。

ランプ1000は、石英ガラスから構成され略球状の発光管（バルブ）100と、同じく石英ガラスから構成され発光管100に連結された一対の封止部（シール部）101aおよびbを有している。発光管100の内部には放電空間があり、放電空間には、発光物質として水銀（水銀封入量：例えば、発光管の内容積に対して150～250mg/cm<sup>3</sup>）、および希ガス（例えば、数十kPaのアルゴン）と少量のハロゲンとが封入されている。

放電空間には、一対のタングステン電極（W電極）102が一定の間隔をおいて対向して配置されており、電極102の先端には、コイル（不図示）が巻かれていてもよい。W電極102は、封止部101a、b内のモリブデン箔（Mo

箔) 103に溶接されており、W電極102とMo箔103とは互いに電氣的に接続されている。

封止部101a、bは、それぞれ、発光管100から延ばされたガラス部105とMo箔103とを有しており、ガラス部105とMo箔103とを圧着させることによって、発光管100内の放電空間の気密を保持している。なお、ガラス部105とMo箔103との両者は、互いに熱膨張係数が異なるため、一体化された状態にはならないのであるが、Mo箔103が塑性変形することによって、Mo箔103とガラス部105との間に生じる隙間を埋めることができる。つまり、いわゆる箔封止の技術を用いて、封止部101a、bは、発光管100内をシールしている。

Mo箔103は、W電極102とは反対の側に、モリブデンから構成された外部リード104を有している。Mo箔103と外部リード104とは互いに溶接されており、それにより、両者は電氣的に接続されている。外部リード104は、ランプ1000の周辺に配置される部材(不図示)に電氣的に接続されることになる。

次に、ランプ1000の動作原理を簡単に説明する。外部リード104およびMo箔103を介してW電極102に始動電圧が印加されると、アルゴン(Ar)の放電が起こり、この放電によって発光管100の放電空間内の温度が上昇し、それによって水銀が加熱・気化される。その後、W電極102間のアーク中心部で水銀原子が励起されて発光する。なお、ランプ1000の水銀蒸気圧が高いほど光出力も増加するため、水銀蒸気圧が高いほど画像投影装置の光源として適しているが、発光管100の物理的耐圧強度の観点から、15~25MPaの範囲の水銀蒸気圧でランプ1000は使用されている。

画像投影装置の普及に伴って、画像投影装置用光源の高圧放電ランプ(特に、超高圧水銀ランプ)には、益々、優れた特性が求められており、その要求に応えるべく、高圧放電ランプの開発が盛んに行われている。

そのような状況下で、高圧放電ランプとして、内部に希ガスおよび水銀蒸気を含むキャビティ(空洞)を封止部内に設けることにより、低電圧で始動させることができるランプが開発され、国際公開WO00/77826号公報に開示され



ている。このランプの構成を図2および図3 (a) および (b) に示す。なお、図3 (a) および (b) は、それぞれ、図2に示した構成の平面図および側面図である。

図2に示したランプ2000では、封止部101a、bにキャビティ150が設けられており、封止部101bのキャビティ150の周囲に、アンテナ120が配置されている。アンテナ120は、リード121を介して、封止部101aの外部リードに接続されている。なお、封止部101bと発光管100との間のネック部には、第2のアンテナが配置されており、W電極102の先端には、コイル112が巻き付けられている。ここで、図1と同様の部材については、同様の符号を付して、説明を省略する。

ランプ2000では、ガスが封入されたキャビティ150内の金属箔103とアンテナ120との間で放電を起こし、それにより、低電圧での始動を達成している。同公報によれば、ランプが冷えた状態からの始動 (cold始動) において、1kVの電圧でランプ始動を行えることが述べられている。

しかしながら、ランプ2000は、図3 (a) および (b) に示すように、キャビティ150内にMo箔103のエッジが露出しているため、キャビティ150で生じる放電により、Mo箔103の劣化が生じるという新たな課題が発生する。封止部101a、bを有するランプ2000では、上述したように、箔封止によって発光管100内の気密を保持しているので、ランプの使用により、Mo箔103が劣化してしまうと、ランプの寿命が短くなってしまう。つまり、キャビティ150を有しない図1に示したランプ1000と異なり、封止部内にキャビティ150を有するランプ2000の場合には、ランプの短寿命化を防止した上で、低電圧の始動の機能を付与しなければ、実用に適した高圧放電ランプにならない可能性が高い。

本発明はかかる諸点に鑑みてなされたものであり、その主な目的は、低電圧での始動が可能であるとともに、箔劣化を抑制して寿命が短くなることを防止した放電ランプを提供することにある。

## 発明の開示

本発明による第1の放電ランプは、発光物質が封入された管内に一对の電極が対向して配置された発光管と、前記発光管の両端に形成され、且つ、前記一对の電極のそれぞれに電氣的に接続された金属箔が封止された封止部とを備え、少なくとも一方の前記封止部の外周には、アンテナが設けられており、前記少なくとも一方の封止部には、内部に少なくとも希ガスが封入されたキャビティが形成されており、前記キャビティには、前記アンテナと当該金属箔の外縁との間の放電を防止するために、前記金属箔に設けられ又は当該金属箔に電氣的に接続された放電誘発部が露出している。

前記放電誘発部は、前記金属箔の中央部分を切り抜いた切り抜き部分であることが好ましい。

前記放電誘発部は、前記キャビティに露出した前記金属箔の中央部分であって、当該金属箔の外縁は前記封止部を構成するガラスによって覆われており、且つ、前記キャビティに露出していないことが好ましい。

前記誘電誘発部は、前記金属箔の波打ち部であることが好ましい。

前記放電誘発部は、金属棒であって、前記金属箔は第1の金属箔部と第2の金属箔部とからなり、当該金属棒は、当該2つの金属箔部を連結していることが好ましい。

前記放電誘発部は、前記金属箔又は前記金属棒に巻き付けられたコイルであることが好ましい。

本発明による第2の放電ランプは、発光物質が封入された管内に一对の電極が対向して配置された発光管と、前記発光管の両端に形成され、且つ、前記一对の電極のそれぞれに電氣的に接続された金属箔構造体が封止された封止部とを備え、少なくとも一方の前記金属箔構造体は、第1の金属箔部と第2の金属箔部と両者を連結する金属棒とから構成されており、前記少なくとも一方の封止部は、当該封止部のうち前記金属棒が位置する部分の周囲に、キャビティを有しており、前記キャビティの内部には、少なくとも希ガスが封入されている。

ある好適な実施形態において、前記第1の金属箔部および前記第2の金属箔部は、モリブデンから構成されており、前記金属棒は、トリウムタングステン、タ

ングステンおよびモリブデンからなる群から選択された材料から構成されている。

ある好適な実施形態において、前記封止部内に位置する前記金属棒の少なくとも一部は、前記キャビティにおいて露出しており、前記第 1 の金属箔部および前記第 2 の金属箔部は、前記封止部を構成するガラスによって覆われており、且つ、前記キャビティに露出していない。

本発明による第 3 の放電ランプは、発光物質が封入された管内に一对の電極が対向して配置された発光管と、前記発光管の両端に形成され、且つ、前記一对の電極のそれぞれに電氣的に接続された金属箔構造体が封止された封止部とを備え、少なくとも一方の前記金属箔構造体は、第 1 の金属箔部と第 2 の金属箔部と両者を連結する金属棒とから構成されており、当該少なくとも一方の金属箔構造体を封止する封止部は、当該封止部のうち前記金属棒が位置する部分の周囲に、キャビティを有しており、前記キャビティの内部には、少なくとも希ガスが封入されており、前記金属棒には、コイルが巻かれており、前記コイルの少なくとも一部は、前記キャビティ内に露出している。

ある好適な実施形態において、前記コイルは、トリウムタングステンまたはタングステンから構成されている。

前記コイルの一部が、前記金属棒の一部に溶接によって接続されており、前記コイルの残部は、前記金属棒の表面から離間して前記金属棒の周囲に巻かれていてもよい。

本発明による第 4 の放電ランプは、発光物質が封入された管内に一对の電極が対向して配置された発光管と、前記発光管の両端に形成され、且つ、前記一对の電極のそれぞれに電氣的に接続された金属箔が封止された封止部とを備え、少なくとも一方の前記封止部における前記金属箔は、その中央部分に切り抜き部を有しており、前記少なくとも一方の封止部は、当該封止部のうち前記切り抜き部が位置する部分の周囲に、キャビティを有しており、前記キャビティの内部には、少なくとも希ガスが封入されている。

前記切り抜き部を有する前記金属箔の外縁は、前記封止部を構成するガラスによって覆われており、且つ、前記キャビティに露出していないことが好ましい。

ある好適な実施形態において、前記金属箔が有する前記切り抜き部の輪郭を規

定するエッジは、前記キャビティに露出しており、前記エッジは、当該金属箔の外縁と接していない。

本発明による第5の放電ランプは、発光物質が封入された管内に一对の電極が対向して配置された発光管と、前記発光管の両端に形成され、且つ、前記一对の電極のそれぞれに電氣的に接続された金属箔が封止された封止部とを備え、少なくとも一方の前記封止部は、当該封止部のうち前記金属箔の中央部分の上に、キャビティを有しており、前記キャビティの内部には、少なくとも希ガスが封入されており、前記キャビティを有する封止部において、前記金属箔の外縁は、前記封止部を構成するガラスによって覆われており、且つ、前記キャビティに露出していない。

本発明による第6の放電ランプは、発光物質が封入された管内に一对の電極が対向して配置された発光管と、前記発光管の両端に形成され、且つ、前記一对の電極のそれぞれに電氣的に接続された金属箔が封止された封止部とを備え、少なくとも一方の前記封止部における前記金属箔には、コイルが巻き付けられており、当該封止部における前記コイルの周囲には、少なくとも希ガスが封入されたキャビティが存在している。

ある好適な実施形態において、前記少なくとも一方の前記封止部における前記金属箔の長辺は、前記コイルによって半分以下覆われている。

本発明による第7の放電ランプは、発光物質が封入された管内に一对の電極が対向して配置された発光管と、前記発光管の両端に形成され、且つ、前記一对の電極のそれぞれに電氣的に接続された金属箔が封止された封止部とを備え、少なくとも一方の前記封止部における前記金属箔の上には、コイルが設けられており、当該封止部のうち、前記コイルが設けられた部分の周囲には、少なくとも希ガスが封入されたキャビティが存在している。

ある好適な実施形態において、前記コイルは、前記金属箔の面内に配置されており、そして、溶接によって前記金属箔に接続されている。

前記コイルは、トリウムタングステンから構成されていることが好ましい。

本発明による第8の放電ランプは、発光物質が封入された管内に一对の電極が対向して配置された発光管と、前記発光管の両端に形成され、且つ、前記一对の

電極のそれぞれに電氣的に接続された金属箔が封止された封止部とを備え、少なくとも一方の前記封止部における前記金属箔は、前記発光管側から見たときに当該金属箔の上面および下面が当該金属箔の端面の上下から現れるように波打った波打ち部分を有しており、当該封止部における前記波打ち部の周囲には、少なくとも希ガスが封入されたキャビティが存在している。

ある好適な実施形態において、前記放電ランプは、前記発光管の内容積に対して  $150 \text{ mg} / \text{cm}^3$  以上の水銀が前記発光物質として封入された高圧水銀ランプである。

前記キャビティが位置する封止部の外周には、アンテナが設けられていることが好ましい。

本発明のランプユニットは、上記放電ランプと、前記放電ランプから発する光を反射する反射鏡とを備えている。

本発明による第1の放電ランプの製造方法は、金属箔構造体と、前記金属箔構造体に接続された電極と、前記電極が接続された側とは反対側の前記金属箔構造体に接続された外部リードとを有する電極組立体であって、前記金属箔構造体は、第1の金属箔部と第2の金属箔部と両者を連結する金属棒とから構成されており、前記電極は前記第1の金属箔部に接続されており、前記外部リードは前記第2の金属箔部に接続されている、電極組立体を用意する工程（a）と、発光管部と、前記発光管部から延びた側管部とを有する放電ランプ用パイプにおける前記発光管部内に前記電極の先端が位置するように、前記パイプの前記側管部に前記電極組立体を挿入する工程（b）と、前記工程（b）の後、前記放電ランプ用パイプ内を減圧状態にし、前記側管部を加熱軟化させることによって、前記側管部と前記金属箔構造体とを密着させる工程（c）とを包含し、前記工程（c）は、前記側管部のうちの前記第1の金属箔部に対応する部分と、当該第1の金属箔部とを密着させる工程（c-1）と、前記側管部のうちの前記第2の金属箔部に対応する部分と、当該第2の金属箔部とを密着させる工程（c-2）と、前記工程（c-1）と（c-2）とによって、前記側管部のうちの前記金属棒の周囲に、キャビティを形成する工程とを含む。

ある好適な実施形態において、前記工程（a）で用意する前記電極組立体の前

記金属棒には、コイルが巻かれている。

前記コイルの一部が、前記金属棒の一部に溶接により接続されており、前記コイルの残部は、前記金属棒の表面から離間して前記金属棒の周囲に巻かれていてもよい。

本発明による第2の放電ランプの製造方法は、金属箔と、前記金属箔に接続された電極と、前記電極が接続された側とは反対側の前記金属箔に接続された外部リードとを有する電極組立体を用意する工程（r）と、発光管部と、前記発光管部から延びた側管部とを有する放電ランプ用パイプにおける前記発光管部内に前記電極の先端が位置するように、前記パイプの前記側管部に前記電極組立体を挿入する工程（s）と、前記工程（s）の後、前記放電ランプ用パイプ内を減圧状態にし、前記側管部を加熱軟化させることによって、前記側管部と前記金属箔とを密着させる工程（t）とを包含し、前記工程（t）は、前記側管部のうちの前記発光管部側の部分と、前記電極側に位置する部分の前記金属箔とを密着させる工程（t-1）と、前記側管部のうちの前記発光管部側と反対側の部分と、前記外部リード側に位置する部分の前記金属箔とを密着させる工程（t-2）と、前記電極側に位置する部分と前記外部リード側に位置する部分との間に位置している部分の前記金属箔の外縁と、当該外縁に対応する部分の前記側管部とを密着させ、それによって、前記金属箔の中央部分にキャビティを形成する工程（t-3）とを含む。

ある好適な実施形態では、前記工程（t-3）において、前記金属箔の外縁と前記側管部とは、レーザ照射によって密着される。

ある好適な実施形態において、前記工程（t-3）は、前記工程（t-1）または前記工程（t-2）のいずれかと同時に実行される。

ある好適な実施形態において、前記工程（r）で用意される前記電極組立体の前記金属箔は、前記電極側に位置する部分と前記外部リード側に位置する部分との間に位置している部分に、切り抜き部を有しており、前記切り抜き部の輪郭を規定するエッジは、当該金属箔の外縁と接していない。

本発明による第3の放電ランプの製造方法は、発光管部と、前記発光管部から延びた側管部とを有する放電ランプ用パイプを用意する工程（w）と、前記側管

部にコイルまたは金属筒を挿入する工程（x）と、金属箔と、前記金属箔に接続された電極と、前記電極が接続された側とは反対側の前記金属箔に接続された外部リードとを有する電極組立体を、前記発光管部内に前記電極の先端が位置するように、前記側管部に挿入する工程（y）と、前記工程（x）および（y）の後、前記放電ランプ用パイプ内を減圧状態にし、前記側管部を加熱軟化させることによって、前記コイルまたは金属筒を介して、前記側管部と前記金属箔とを密着させる工程（z）とを包含する。

ある好適な実施形態では、前記工程（w）における前記放電ランプ用パイプの前記側管部の内面のうちの前記発光管部寄りの部位に、前記コイルまたは金属筒を位置を決める凸部を形成する工程をさらに包含し、前記工程（x）を実行した後、前記工程（y）を実行する。

本発明による第4の放電ランプの製造方法は、箔上にコイルが設けられた金属箔と、前記金属箔に接続された電極と、前記電極が接続された側とは反対側の前記金属箔に接続された外部リードとを有する電極組立体を用意する工程（α）と、発光管部と、前記発光管部から延びた側管部とを有する放電ランプ用パイプにおける前記発光管部内に前記電極の先端が位置するように、前記パイプの前記側管部に前記電極組立体を挿入する工程（β）と、前記工程（β）の後、前記放電ランプ用パイプ内を減圧状態にし、前記側管部を加熱軟化させることによって、前記コイルを介して、前記側管部と前記金属箔とを密着させる工程（γ）とを包含する。

#### 図面の簡単な説明

図1は、従来のショートアーク型の超高圧水銀ランプ1000の構成を模式的に示す図である。

図2は、従来の低電圧始動ランプの構成を示す図である。

図3（a）および（b）は、それぞれ、図2に示したランプの平面図および側面図である。

図4は、本発明による実施形態1にかかる放電ランプ50の構成を模式的に示す図である。

図 5 (a) および (d) は、それぞれ、放電ランプ 5 0 の封止部 1 1 b の平面図および側面図である。

図 6 は、実施形態 1 にかかる放電ランプ 5 0 の構成を模式的に示す図である。

図 7 (a) ~ (d) は、実施形態 1 にかかる放電ランプ 5 0 の製造方法を説明するための工程図である。

図 8 (a) ~ (e) は、実施形態 1 にかかる放電ランプ 5 0 の製造方法を説明するための工程図である。

図 9 (a) および (b) は、キャビティ 2 0 の形状を模式的に示す図である。

図 1 0 は、実施形態 2 にかかる放電ランプ 5 1 の構成を模式的に示す部分拡大図である。

図 1 1 は、実施形態 2 にかかる放電ランプ 5 2 の構成を模式的に示す部分拡大図である。

図 1 2 (a) ~ (c) は、実施形態 2 にかかる放電ランプ 5 2 の製造方法を説明するための工程図である。

図 1 3 (a) ~ (e) は、実施形態 2 にかかる放電ランプ 5 2 の製造方法を説明するための工程図である。

図 1 4 は、実施形態 2 にかかる放電ランプ 5 2 の構成を模式的に示す図である。

図 1 5 (a) ~ (d) は、実施形態 2 にかかる放電ランプ 5 2 の製造方法を説明するための工程図である。

図 1 6 (a) ~ (e) は、実施形態 2 にかかる放電ランプ 5 2 の製造方法を説明するための工程図である。

図 1 7 は、本発明の実施形態 3 にかかるミラー付きランプ (ランプユニット) 9 0 0 の断面を模式的に示す図である。

図 1 8 は、本発明による実施形態 4 にかかる放電ランプ 5 3 の構成を模式的に示す図である。

図 1 9 (a) および (d) は、それぞれ、放電ランプ 5 3 の封止部 1 1 b の平面図および側面図である。

図 2 0 は、実施形態 4 にかかる放電ランプ 5 3 の構成を模式的に示す図である。

図 2 1 (a) および (b) は、実施形態 4 にかかる放電ランプ 5 3 の製造方法



を説明するための工程図である。

図 2 2 (a) ~ (e) は、実施形態 4 にかかる放電ランプ 5 3 の製造方法を説明するための工程図である。

図 2 3 は、実施形態 4 にかかる放電ランプ 5 4 の構成を模式的に示す図である。

図 2 4 (a) ~ (e) は、実施形態 4 にかかる放電ランプ 5 4 の製造方法を説明するための工程図である。

図 2 5 (a) ~ (d) は、実施形態 4 にかかる放電ランプの製造方法を説明するための工程図である。

図 2 6 (a) ~ (e) は、実施形態 4 にかかる放電ランプの製造方法を説明するための工程図である。

図 2 7 は、本発明の実施形態 5 にかかるミラー付きランプ (ランプユニット) 9 2 0 の断面を模式的に示す図である。

図 2 8 は、本発明による実施形態 6 にかかる放電ランプ 5 6 の構成を模式的に示す図である。

図 2 9 (a) および (d) は、それぞれ、放電ランプ 5 6 の封止部 1 1 b の平面図および側面図である。

図 3 0 は、実施形態 6 にかかる放電ランプ 5 6 の構成を模式的に示す図である。

図 3 1 (a) から (d) は、実施形態 6 にかかる放電ランプ 5 6 の製造方法を説明するための工程図である。

図 3 2 (a) ~ (e) は、実施形態 6 にかかる放電ランプ 5 6 の製造方法を説明するための工程図である。

図 3 3 は、実施形態 7 にかかる放電ランプ 5 7 の構成を模式的に示す部分拡大図である。

図 3 4 は、実施形態 7 にかかる放電ランプ 5 8 の構成を模式的に示す部分拡大図である。

図 3 5 (a) ~ (c) は、実施形態 7 にかかる放電ランプ 5 7 の製造方法を説明するための工程図である。

図 3 6 は、電極組立体 8 6 の構成を模式的に示す斜視図である。

図 3 7 (a) ~ (d) は、実施形態 7 にかかる放電ランプ 5 7 の製造方法を説

明するための工程図である。

図 38 (a) ~ (d) は、本発明の実施形態 6, 7 にかかる放電ランプの製造方法を説明するための工程図である。

図 39 (a) ~ (e) は、実施形態 6, 7 にかかる放電ランプの製造方法を説明するための工程図である。

図 40 は、本発明の実施形態 8 にかかるミラー付きランプ (ランプユニット) 920 の断面を模式的に示す図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、図面を参照しながら本発明の実施形態を説明する。以下の図面においては、説明の簡潔化を図るため、実質的に同一の機能を有する構成要素を同一の参照符号で示す。なお、本発明は、以下の実施形態に限定されない。

(実施形態 1)

図 4 を参照しながら、本発明による実施形態 1 にかかる放電ランプ 50 を説明する。図 4 は、本実施形態にかかる放電ランプ 50 の構成を模式的に示している。

図 4 に示した放電ランプ 50 は、発光管 (バルブ) 10 と、発光管 10 の両端に連結された封止部 11a、b とを有している。封止部 11a、b は、発光管 10 の内部の気密性を保持する部位であり、放電ランプ 50 は、封止部を 2 つ備えたダブルエンド型のランプである。発光管 10 内には、発光物質 18 が封入されており、そして、一対の電極 12 が対向して配置されている。一対の電極 12 のそれぞれには、金属箔構造体 13 が電氣的に接続されている。なお、封止部 11a 内の金属構造体 13 は、金属箔 (モリブデン箔) である。金属箔構造体 13 のうち電極 12 と反対側の部分には、外部リード 14 が電氣的に接続されており、封止部 11a、b の端部から露出している。外部リード 14 は、点灯回路 (不図示) に接続されることになる。

一対の封止部 11a、b のうちの少なくとも一方の封止部 11b における金属箔構造体 13 は、第 1 の金属箔部 13a と、第 2 の金属箔部 13b と、両者 (13a、b) を連結する金属棒 21 とから構成されており、封止部 11b のうちの金属棒 21 が位置する部分の周囲には、キャビティ (空洞) 20 が形成されてい

る。なお、本明細書において、「金属箔構造体」とは、少なくとも金属箔を含む部材を意味し、例えば、金属棒と金属箔とから構成された金属部材や、金属箔のみからなる金属部材である。また、説明を簡潔にするため、「金属箔構造体」を単に「金属箔」と称することがある。

キャビティ 20 の内部には、少なくとも希ガスが封入されており、典型的には、発光管 10 内と同様のガス（例えば、希ガスおよび水銀蒸気）が存在している。キャビティ 20 が位置する封止部 11 b の外周には、アンテナ 30 が設けられており、本実施形態では、アンテナ 30 は、リード 31 を介して、封止部 11 a の端部から延びて露出している外部リード 14 に電氣的に接続されている。なお、いわゆるトリガー線の役割を果たす第 2 のアンテナを、図 2 に示した構成のように、封止部 11 b と発光管 10 との間のネック部（おおよそ、電極 12 が埋め込まれている封止部 11 b の外周）に配置してもよい。

図 5 (a) および (b) は、図 4 に示した封止部 11 b の部分拡大図であり、図 5 (a) は平面構成を模式的に示し、そして、図 5 (b) は側面構成を模式的に示している。

図 5 (a) および (b) に示すように、本実施形態の放電ランプ 50 においては、封止部 11 b にキャビティ 20 が形成されているものの、第 1 の金属箔部 13 a および第 2 の金属箔部 13 b はガラス部 15 によって覆われており、金属棒 21 がキャビティ 20 に露出しており、第 1 および第 2 の金属箔部 13 a、b はキャビティ 20 に露出していない。このため、キャビティ 20 の周囲にアンテナ（図 4 中の符号 30 参照）を設け、キャビティ 20 内で放電を起こしても、第 1 および第 2 の金属箔部 13 a、b がキャビティ 20 に露出していないので、箔が劣化することがない。その結果、箔劣化に伴ってランプ寿命が短くなることを抑制することが可能となる。つまり、金属箔とアンテナとではなく、金属棒（ピン） 21 とアンテナとによる放電が生じるので、箔劣化は生じない。ここでは、金属棒 21 が放電誘発部となっている。

キャビティ 20 内で放電が起きると、その放電により紫外線が発生する。この紫外線は、いわゆる光ファイバ的効果によって発光管 10 内へと流れ込み、発光管 10 内の物質（例えば希ガス）を光励起させ、それにより種電子が生まれる。

その結果、始動時における電極 1 2 間の絶縁破壊をより低い電圧で行わせることが可能となる。つまり、低電圧始動の放電ランプを実現することができる。本実施形態の放電ランプ 50 の場合、ランプが冷えた状態からの始動 (cold 始動) において、点灯回路 (バラスト) を用いて開放電圧 9 4 0 V (0-ピーク)、5 0 k H z の正弦波をランプ端子 (1 4) 間に 5 . 8 k V 印加したときに、2 k V 以下 (例えば、1 ~ 2 k V) の電圧でランプを始動させることができる。これは、キャビティ 20 が存在しない場合の始動電圧 (例えば 1 0 ~ 1 5 k V) と比較して、非常に低い電圧でランプを始動させることができることを意味している。2 k V 以下 (例えば、1 ~ 2 k V) の電圧でランプを始動できるのであれば、トランスを用いなくても点灯回路 (バラスト) を構成することができるという別な効果も得られる。また、低電圧で始動できるので、始動時に生じるノイズも低減させることができる。

本実施形態の放電ランプ 50 の条件を例示的に説明すると、次の通りである。ランプ 50 の発光管 10 は、略球形をしており、石英ガラスから構成されている。なお、長寿命等の優れた特性を発揮する高圧水銀ランプ (特に、超高圧水銀ランプ) を実現する上では、発光管 10 を構成する石英ガラスとして、アルカリ金属不純物レベルの低い (例えば、1 p p m 以下) 高純度の石英ガラスを用いることが好ましい。なお、勿論、通常のアルカリ金属不純物レベルの石英ガラスを用いることも可能である。発光管 10 の外径は例えば 5 m m ~ 2 0 m m 程度であり、発光管 10 のガラス厚は例えば 1 m m ~ 5 m m 程度である。発光管 10 内の放電空間の容積は、例えば 0 . 0 1 ~ 1 c c 程度 (0 . 0 1 ~ 1 c m<sup>3</sup>) である。本実施形態では、外径 9 m m 程度、内径 4 m m 程度、放電空間の容量 0 . 0 6 c c 程度の発光管 10 が用いられる。

発光管 10 内には、一対の電極 (電極棒) 1 2 が互いに対向して配置されている。電極 1 2 の先端は、0 . 2 ~ 5 m m 程度 (例えば、0 . 6 ~ 1 . 0 m m) の間隔 (アーク長) D で、発光管 10 内に配置されており、一対の電極 1 2 のそれぞれは、タングステン (W) から構成されている。電極 1 2 の先端には、ランプ動作時における電極先端温度を低下させることを目的として、コイル (例えば、タングステン製のコイル) を巻いておくことが好ましい。

発光管 10 内には、発光物質として、水銀 18 が封入されている。超高圧水銀ランプとしてランプ 50 を動作させる場合、水銀 18 は、例えば、発光管 10 の内容積に対して  $150 \text{ mg} / \text{cm}^3$  程度またはそれ以上 ( $150 \sim 200 \text{ mg} / \text{cm}^3$  またはそれ以上) の水銀と、 $5 \sim 30 \text{ kPa}$  の希ガス (例えば、アルゴン) と、必要に応じて、少量のハロゲンとが発光管 10 内に封入されている。

発光管 10 内に封入されるハロゲンは、ランプ動作中に電極 12 から蒸発した W (タングステン) を再び電極 12 に戻すハロゲンサイクルの役割を担っており、例えば、臭素である。封入するハロゲンは、単体の形態だけでなく、ハロゲン前駆体の形態 (化合物の形態) のものでもよく、本実施形態では、ハロゲンを  $\text{CH}_2\text{Br}_2$  の形態で発光管 10 内に導入している。また、本実施形態における  $\text{CH}_2\text{Br}_2$  の封入量は、 $0.0017 \sim 0.17 \text{ mg} / \text{cm}^3$  程度であり、これは、ランプ動作時のハロゲン原子密度に換算すると、 $0.01 \sim 1 \mu\text{mol} / \text{cm}^3$  程度に相当する。なお、ランプ 50 の耐圧強度 (動作圧力) は、 $15 \sim 20 \text{ MPa}$  またはそれ以上である。また、管壁負荷は、例えば、 $60 \text{ W} / \text{cm}^2$  程度以上であり、特に上限は設定されない。例示的に示すと、管壁負荷は、例えば、 $60 \text{ W} / \text{cm}^2$  程度以上から、 $300 \text{ W} / \text{cm}^2$  程度の範囲 (好ましくは、 $80 \sim 200 \text{ W} / \text{cm}^2$  程度) のランプを実現することができる。冷却手段を設ければ、 $300 \text{ W} / \text{cm}^2$  程度以上の管壁負荷を達成することも可能である。なお、定格電力は、例えば、 $150 \text{ W}$  (その場合の管壁負荷は、約  $130 \text{ W} / \text{cm}^2$  に相当) である。

本実施形態におけるキャビティ 20 の容量は、例えば  $0.01 \sim 0.05 \text{ cm}^3$  であり、キャビティ 20 には、放電可能なガスが少なくとも封入されており、典型的には、発光管 10 内と同様のガス (希ガス、水銀蒸気) が封入されている。発光管 10 内と同様のガスがキャビティ 20 内に封入されるのは、製造工程上の特徴である。製造工程は複雑になるが、異なるガスを封入することも可能である。また、キャビティ 20 内に、酸化バリウムやトリウムタングステンのような電子を放出しやすく、放電を容易にする物質を配置しておくことも可能である。なお、本実施形態では、キャビティ 20 内において、金属箔 (13、13a、13b) およびそのエッジは一切露出していないが、金属箔が全体的にキャビティ 20 内の露出している図 2 に示した構成と比較すれば、本実施形態の構成で、金属箔

(13、13a、13b)の一部が露出していたとしても、他の部分は露出していないので、箔劣化防止の効果は得られる。

金属棒(ピン)21は、例えば、タングステンまたはトリウムタングステンから構成することができる。また、モリブデンから構成してもよい。コスト面を考えると、タングステン製のピンを用いることが好ましいが、キャビティ20内の放電をより容易に行おうとする場合には、電子を放出しやすいトリウムタングステンから構成したピンを用いることが好ましい。なお、図2に示した構成では、モリブデン箔110によって放電を起こす必要があるのであるが、金属棒21としてタングステン製ピンを用いた場合でも、図2に示した構成と同等な作用をもたらすことができる。

金属棒21は、溶接により、第1および第2の金属箔部13a、bに接続されており、本実施形態における金属棒21の長さおよび直径は、それぞれ、5.0～7.0mmおよび0.3～0.5mmである。また、第1および第2の金属箔部13a、bのそれぞれの長手方向の長さおよび幅は、6.0～8.0mmおよび1.5～2.0mmであり、金属箔13の長手方向の長さおよび幅は、15.0～20.0mmおよび1.5～2.0mmである。第1および第2の金属箔部13a、b、金属箔13は、いずれもモリブデンから構成されている。

図4に示した構成では、封止部11bだけにキャビティ20を設けたが、それに限らず、両方の封止部11a、bにキャビティ20を設けてもよい。このようにすれば、いずれの封止部11a、bにアンテナを設けても、低電圧で始動可能なランプを実現することができる。また、図4に示した構成では、ループ状のアンテナ30を設けたが、図6に示すように、封止部11bにらせん状にリード31を巻き付けて、アンテナ30にしてもよい。らせん状のアンテナ30の場合、キャビティ20全体を覆うので、キャビティ20内での放電をより確実に行うことができるという利点も得られる。

次に、図7(a)から(d)を参照しながら、本実施形態の放電ランプ50の製造方法を説明する。図7(a)から(d)は、本実施形態の製造方法を説明するための工程図である。

最初に、図7(a)に示すように、放電ランプの発光管(10)となる発光管

部 1 1 0 と、発光管部 1 1 0 から延びた側管部 1 1 1 とを有する放電ランプ用パイプ（放電ランプ用ガラス管） 8 0 を用意した後、電極組立体 9 0 を側管部 1 1 1 に挿入する。電極組立体 9 0 は、電極 1 2 と、第 1 の金属箔部 1 3 a と、金属棒 2 1 と、第 2 の金属箔部 1 3 b と、外部リード 1 4 とから構成されている。電極 1 2 は、第 1 の金属箔部 1 3 a に溶接により接続されており、外部リード 1 4 は、第 2 の金属箔部 1 3 b に溶接により接続されている。第 1 の金属箔部 1 3 a および第 2 の金属箔部 1 3 b は、金属棒 2 1 によって連結されており、電極 1 2 の先端には、コイル 1 1 2 が巻き付けられている。

電極組立体 9 0 は、電極 1 2 の先端が発光管部 1 0 内に位置するように、側管部 1 1 1 に挿入されて、固定される。電極組立体 9 0 の固定は、外部リード 1 4 の一部に設けたモリブデンテープまたはコイルを側管部 1 1 1 の内壁に接触させることによって行うことができる。

次いで、図 7（b）から（d）に示すように、放電ランプ用パイプ 8 0 内を減圧状態にし、側管部 1 1 1 を加熱軟化させることによって、電極組立体 9 0 の第 1 および第 2 の金属箔部 1 3 a、b と、側管部 1 1 1 とを密着させる。

まず、図 7（b）に示すように、側管部 1 1 1 のうちの第 1 の金属箔部 1 3 a に対応する部分（領域 A）と、第 1 の金属箔部 1 3 a とを密着させる。ここでは、発光管部 1 1 0 と側管部 1 1 1 との境界あたりから、図中の矢印のように加熱して、領域 A の部分の封止を行う。本実施形態では、バーナーによって加熱しているが、レーザー（例えば、CO<sub>2</sub> 可変レーザー）によって加熱してもよい。なお、バーナーとレーザーとを併用してもよい。

領域 A の部分を加熱して封止すると、図 7（c）に示すように、第 1 の金属箔部 1 3 a と側管部 1 1 1（図中、斜線部のガラス部 1 5）とが密着する。その後、領域 B の部分は、バーナーを止めて、次に、領域 C の部分の加熱を行う。なお、領域 B の部分を 1 秒以内にバーナーを早く移動させて、領域 C の部分の加熱を行うようにしてもよい。

領域 C の部分の加熱が終了すると、図 7（d）に示すように、側管部 1 1 1 のうちの第 2 の金属箔部 1 3 a に対応する部分（領域 C）と、第 2 の金属箔部 1 3 b とを密着する。ここで、領域 B の部分は、金属棒 2 1 と密着させていないので、

金属棒 21 の周囲にキャビティ 20 が形成される。このようにして、キャビティ 20 を有する封止部 11b が得られる。一对の封止部の両方ともキャビティ 20 を形成する場合には、同じ工程を繰り返せばよいし、一方の封止部だけにキャビティ 20 を形成する場合には、例えば、キャビティ 20 のない封止部 11a を作製した後に、図 7 (a) ~ (d) に示すようにして、キャビティ 20 を有する封止部 11b を作製すればよい。

なお、発光管 10 内に、希ガスや水銀を導入した後に、図 7 (a) ~ (d) の工程を経て、キャビティ 20 を形成すると、自動的にキャビティ 20 内には希ガス・水銀蒸気が封入されることになる。図 7 に示した工程では、発光管部 110 側から封止を行ったが、それと反対の側から封止を行うことも可能である。また、最初に、キャビティ 20 を有する封止部 11b を作製した後、キャビティ 20 のない封止部 11a を作製してもよい。

本実施形態の製造方法では、箔の長さが短い第 1 および 2 の金属箔部 13a、b を含む電極組立体 90 を用いて封止部形成工程を行うため、箔の長さの長い金属箔を含むものを用いる場合と比較して、箔の曲がりや抑制することができるという別の効果も得られる。箔が曲がると、電極間距離が変動し得るので、箔の曲がりやを防止して、放電ランプを製造することができることの利点は大きい。

図 8 (a) から (e) では、バーナ 95 を明示して、本実施形態の製造方法をよりわかりやすく例示している。

図 8 (a) に示すように、まず、放電ランプ用パイプ 80 の側管部 111 に電極組立体 90 を挿入した後、図 8 (b) に示すように、発光管部 110 側からバーナ 95 を用いて加熱し、そして、図中の矢印方向にバーナ 95 を移動させていく。

次に、図 8 (c) に示すように、第 1 の金属箔部 13a の封止が完了したら、図 8 (d) に示すように、金属棒 21 の部分の加熱は停止して、バーナ 95 を移動させる。

その後、図 8 (e) に示すように、第 2 の金属箔部 13b の部分にさしかかったら、再び加熱を始め、第 2 の金属箔部 13b の封止を行う。

本願発明者が実験を行ったところ、バーナ 95 の移動速度は、周囲の状況（湿



度、温度、空気流など）にあわせて適宜変化させて決定することが好ましいことがわかった。これは、同じランプを作製する場合でも、作製する場所の状況（湿度、温度、空気流など）や各製造装置の個体差により、好適な移動速度が変化し得るからである。

なお、バーナを用いてキャビティ 20 を形成すると、図 9（a）に示すように、キャビティ 20 の輪郭線（キャビティ 20 を規定するガラス部 15 の輪郭線）20 a は、封止部の長手方向に対して斜めに延びる傾向がある。一方、レーザを用いてキャビティ 20 を形成すると、図 9（b）に示すように、輪郭線 20 a は、封止部の長手方向に対してほぼ垂直に延びて、ほぼ四角形（長方形）のキャビティ 20 が形成されやすい傾向がある。バーナ、レーザのいずれを用いてキャビティ 20 を形成するかは、製造時の諸条件に応じて適宜選択すればよいが、外力からの封止部の強度を維持するという観点からは、輪郭線 20 a が斜めに延びる方が好ましい。外力からの強度を維持するという観点からは、輪郭線 20 a が延びる角度  $\theta$  は、封止部の長手方向（箔が延びる方向）を基準にして、例えば、 $15^{\circ}$  から  $60^{\circ}$ （例えば、 $30^{\circ}$  程度や、 $45^{\circ}$  程度）の範囲内におさまることが望ましい。なお、図 9 においては、キャビティ 20 の輪郭を見やすいようにするために、金属棒 21 を省略して示している。

#### （実施形態 2）

次に、図 10 を参照しながら、本発明による実施形態 2 にかかる放電ランプを説明する。図 10 は、本実施形態 2 の放電ランプ 51 における封止部 11 b の構成を模式的に示している。

図 10 に示した放電ランプ 51 は、上記実施形態の放電ランプ 50 の金属棒 21 にコイル 22 が巻き付けられた構成を有している。他の点は、上記実施形態の構成と同様であるので、説明の簡潔化のため、同じ内容については説明を省略または簡略化する。

本実施形態の構成の場合、例えばトリウムタングステン製コイル 22 を金属棒 21 に巻き付けることによって、アンテナと、コイル 22 または金属棒 21 との間の放電を容易にすることができる。なお、コイル 22 には、タングステン製のものを用いても問題はない。さらに、タングステン製コイルに、トリウムタング

ステンを塗布したものをコイル 2 2 として用いても良い。本実施形態では、コイル 2 2 又は金属棒 2 1 が放電誘発部となっている。

さらに、図 1 1 に示すように、コイル 2 2 の一部を金属棒 2 1 に溶接して、コイル 2 2 の他の部分を、金属棒 2 1 と間隔があくように金属棒 2 1 に巻くような構成にしてもよい。図 1 1 に示した放電ランプ 5 2 の場合、製造段階において、コイル 2 2 によって、電極位置がずれることをより効果的に防止することができる。つまり、コイル 2 2 が側管部の内面に接することにより、電極 (1 2) を有する電極組立体 (9 0) の位置がずれるのを防止することができ、その結果、より簡便に且つ正確にアーク長の調整を行うことができる。今日、超高圧水銀ランプのアーク長は、1 mm 程度の極めて短い間隔にまでなっているので、その調整は、比較的アーク長が長かった時代と比べると、電極位置ずれ防止の効果はより重要な意義を有するようになってきている。

放電ランプ 5 1 の製造方法は、金属棒 2 1 にコイル 2 2 が巻かれている点以外は、実質的に上記実施形態 1 と同様であるのでここでは省略し、放電ランプ 5 2 の製造方法を以下に説明する。図 1 2 (a) から (c) は、本実施形態にかかる放電ランプ 5 2 の製造方法を説明するための工程図である。

最初に、図 7 (a) に示すように、箔と箔とを連結する金属棒 1 2 に、コイル 2 2 を溶接しておく。コイル 2 2 は、トリウムタングステンまたはタングステンから構成されており、そして、金属棒 1 2 に溶接する箇所が小さい部分 2 2 a と、それよりも径の大きい部分 2 2 b とを有している。ここでは、直径 0.35 mm の金属棒 1 2 を用い、コイル 2 2 b 部分の内径を 1.9 mm 程度としている。なお、コイル 2 2 の径は、0.05 mm 程度である。

次に、コイル 2 2 が溶接された金属棒 1 2、電極 1 2、外部リード 1 4、第 1 および第 2 の金属箔部 1 3 a, b を含む電極組立体 9 1 を作製し、その後、図 1 2 (b) に示すように、放電ランプ用ガラスパイプ 8 0 の側管部 1 1 1 に電極組立体 9 1 を挿入する。なお、側管部 1 1 1 の内径は 2.0 mm 程度である。

次いで、図 1 2 (c) に示すように、図中の矢印の位置から、バーナまたはレーザによって側管部 1 1 1 を加熱し、領域 A、B、C の順に封止していく。コイル 2 2 (特に、2 2 b) の内側 (金属棒 2 1 寄り) には、側管部 1 1 1 を構成す

るガラス部 15 が侵入できないので、コイル 22 の内側にキャビティ 20 が形成される。コイル 22 とガラス部 15 との熱膨張係数の差を考慮し、コイル 22 とガラス部 15 との間に隙間を設けたい場合には、領域 B を加熱せずにバーナ（またはレーザ）を通過させるか、1 秒以内で通過させるようにすればよい。

図 13（a）から（e）では、図 8 と同様に、バーナ 95 を明示して、本実施形態の製造方法をよりわかりやすく例示している。

図 13（a）に示すように、まず、放電ランプ用ガラスパイプ 80 の側管部 111 に電極組立体 91 を挿入した後、図 13（b）に示すように、発光管部 110 側からバーナ 95 を用いて加熱し、そして、図中の矢印方向にバーナ 95 を移動させていく。

次に、図 13（c）に示すように、第 1 の金属箔部 13a の封止が完了した後、図 13（d）に示すように、コイル 22 が巻かれた金属棒 21 の部分の加熱を行いながら、バーナ 95 を移動させる。なお、図 13（d）に示した工程においては、バーナ 95 の加熱をとめてもよい。

その後、図 13（e）に示すように、第 2 の金属箔部 13b の部分の加熱を行い、第 2 の金属箔部 13b の封止を行う。このようにして、コイル 22 の内側にキャビティ 20 を有する封止部 11b が得られる。

得られた放電ランプ 52 に、アンテナを設けると、図 14 に示すようになる。図 14 では、リード 31 を封止部 11b の外周にらせん状に巻き付けてアンテナ 30 としているが、図 4 に示すようにループ状のアンテナを設けても良い。

なお、上記説明では、封止部 11b についての製造方法を中心に説明したが、放電ランプ（高圧水銀ランプ）の全体の製造方法を簡単に説明すると、以下の通りである。図 15 および図 16 は、本発明の実施形態にかかる放電ランプの製造方法を説明するための工程図である。

まず、図 15（a）に示すように、あらかじめ電極 12 とモリブデン箔 13 と外部リード 14 を組み合わせて用意した電極組立体 89 を、放電ランプ用ガラスパイプ 80 における側管部 111 の一端から内部に挿入し、電極 12 先端が将来発光管 10 となる部位（発光管部）110 内の所定の位置にくるように、配置する。電極組立体 89 の外部リード 14 の一端には、電極組立体 89 を固定するた

めのモリブデンテープ 17 が設けられており、これにより電極組立体 89 を適切な位置に固定することができる。

図 15 (a) に示した状態にした後、図 15 (b) に示すように、まず、ガラスパイプ 80 内部を矢印 78 で略示するように真空排気し、次いで、矢印 79 で略示するように、大気圧以下の乾燥した不活性ガス（例えば、アルゴンガス）を、例えば 50 m b r (約  $5 \times 10^3$  P a) か 200 m b a r (約  $2 \times 10^4$  P a) 程度導入する。

次に、図 15 (c) に示すように、矢印 61 に示すようにガラスパイプ 80 を回転させながら、矢印 82 で略示するように、電極組立体 89 が位置する付近のガラスパイプ 80 の部位を加熱する。この加熱は、例えば酸素水素やプロパンなどのガスバーナーか、CO<sub>2</sub>などのレーザーで行う。なお、この工程は、ガラスパイプ 80 を略垂直に立てた状態で行ってもよい。その場合は、電極組立体 89 が将来発光部となる部位 (110) よりも上側に配置される状態で行うのが好ましい。

モリブデン箔 13 のところで気密が十分に保たれるまで加熱が完了すれば、図 15 (d) に示すように、封止部 11 a が形成されたガラスパイプ 80 が完成する。なお、主に図 15 (a) に示した工程を、電極配置工程（または、電極組立体配置工程）と呼び、そして、主に図 15 (c) に示した工程を封止部形成工程と呼ぶこととする。

続いて、図 16 (a) に示すように、ガラスパイプ（第 1 電極封止されたガラスパイプ）80 の開口端から、発光物質である水銀 18 と、コイル 22 が巻かれた金属棒 21 を有する電極組立体 91 とを内部に挿入する。そして、挿入した電極組立体 91 の電極 12 の一端が、将来発光管 10 となる部位 (110) 内で、封止部 11 a 側の電極 12 の先端から約 1 mm 離れた位置には位置づけられるように、電極組立体 91 をガラスパイプ 80 内に挿入・位置づけする。電極組立体 91 における外部リード 14 の一端にもモリブデンテープ 17 が設けられており、これにより、電極組立体 91 を所定位置に容易に固定することができる。

次に、図 16 (b) 中の矢印 78 で示すように、ガラスパイプ 80 内を真空排気し、続いて、図 16 (c) の矢印 79 で示すように、乾燥した希ガス（例えば、

アルゴンガス)を、例えば200 m b r (約 $2 \times 10^4$  P a)導入する。このとき少量のハロゲンガス(または、分解してハロゲンとなるハロゲン前駆体物質)を混合させてもよい。

その後、図15(c)と同様に、図16(d)に示すように、矢印61の方向にガラスパイプ80を回転させながら、矢印82で略示するように、電極組立体91が位置する付近のガラスパイプ80の部位を加熱する。この加熱は、例えば酸素水素やプロパンなどのガスバーナーか、CO<sub>2</sub>などのレーザーで行う。なお、図15(c)と同様に、この工程はガラスパイプ80を略垂直に立てた状態で行ってもよい。その場合は、電極組立体91が将来発光管10となる部位(110)よりも上側に配置される状態で行うのが好ましい。また、水銀18の蒸発を防ぐために、将来発光管10となる部位110を、例えば液体窒素で冷やししながら、この加熱工程を行ってもよい。この封止部形成工程は、図13(b)から(e)に示した通りである。

そして、図16(e)に示すように、発光管10と封止部11a、bとが形成されたランプ52が完成する。最後に、外部リード14が外部に露呈するように不要なガラス部およびモリブデンテープ17を切除し、アンテナ80を設ければ、図14に示したようなランプ52が完成する。

### (実施形態3)

上記実施形態1および2の高圧放電ランプは、反射鏡と組み合わせて、ミラー付きランプないしランプユニットにすることができる。

図17は、上記実施形態1のランプ50を備えたミラー付きランプ900の断面を模式的に示している。なお、断面のハッチングは省略している。

ミラー付きランプ900は、ランプ50と、ランプ50から発せられた光を反射する反射鏡200とから構成されている。そして、ランプ50のキャビティ20の周囲には、アンテナ(不図示)が設けられている。なお、ランプ50は例示であり、上記実施形態のランプ51または52のいずれであってもよい。また、ミラー付ランプ900は、反射鏡60を保持するランプハウスをさらに備えていてもよい。ここで、ランプハウスを備えた構成のものは、ランプユニットに含まれるものである。

反射鏡 200 は、内面の一部が放物面体で構成された耐熱性ガラスからなり、反射鏡 200 の一部には、金属線 204 を通すための小さな穴 203 が設けられており、反射鏡 200 の外面には、ステンレス製の金具 202 が取り付けられている。この金具 202 には、反射鏡に 200 を貫通する小さな穴 203 を通って、一端がランプ 50 の外部リード線に電氣的に接続された導電性の金属線 204 が電氣的に接続されている。

ランプ 50 は、図 17 に示すように、反射鏡 200 に固定されている。反射鏡 200 が放物面鏡の場合には、ランプ 50 が発する光のうちできるだけその多くが、反射鏡 200 の仮想の回転軸（光軸とも呼ぶ）に平行な光となって開口部から出射されるように、ランプ 50 は、反射鏡 200 に固定される。反射鏡 200 が楕円面鏡の場合、出射光が光軸上の焦点に集まるように、ランプ 50 は、反射鏡 200 に固定される。具体的な構成を述べると、反射鏡 200 のネック部 206 に、ランプ 50 のキャビティ 20 を含まない封止部 11a を挿入し、耐熱性のセメント 205 によって、ネック部 206 に封止部 11a を固定する形で、ランプ 50 は反射鏡 200 に固定されている。反射鏡 200 の前面開口部には、例えば前面ガラスを取り付けることができる。

本実施形態では、キャビティ 20 を含む封止部 11b は、反射鏡 200 の開口部側に設けているが、封止部 11b をネック部 206 側に設けることも可能である。ただし、封止部 11b にアンテナ（30）を設けたときに、封止部 11b をネック部 206 に位置づけると、アライニング（照度確定作業）の時に不具合（例えば、アンテナがあるため動かせない等）が生じ得る。したがって、アライニングのことを考慮すると、キャビティ 20 を含む封止部 11b は、反射鏡 200 の開口部側に設けることが好ましい。

上述したように、反射鏡 200 は、例えば、平行光束、所定の微小領域に収束する集光光束、あるいは、所定の微小領域から発散したのと同等の発散光束になるようにランプ 50 からの放射光を反射するように構成されている。なお、最近のプロジェクタに対しては、手軽に持ち運びができるようなという要望が強くなってきており、そのために、ノート型のパーソナルコンピュータのように、サイズが A5 サイズや B5 サイズに近い小型で、かつ薄いプロジェクタの開発・商品化

が望まれている。そのような状況の中、反射鏡付き高圧水銀ランプに対しては、開口部の径が45mmよりも小さい、より小型の反射鏡を使用するようになってきている。それに加えて、反射鏡200のタイプも、平行光を出射する放物面鏡タイプから、出射光がある一点（焦点）に収束する短焦点距離を有する楕円面鏡タイプのものが使用されるようになってきている。これは、プロジェクタ内の光路長が短くなって結果的にプロジェクタの小型化に、より寄与できるという理由によるものである。

このようなミラー付ランプないしランプユニットは、例えば、液晶やDMDを用いたプロジェクタ等のような画像投影装置に取り付けることができ、画像投影装置用光源として使用される。画像投影装置としては、例えば、DMDを用いたプロジェクタ（デジタルライトプロセッシング（DLP）プロジェクタ）や、液晶プロジェクタ（LCOS（Liquid Crystal on Silicon）構造を採用した反射型のプロジェクタも含む。）を挙げることができる。本実施形態のランプは、低電圧で始動することができるので、それだけ発生するノイズも少ない。したがって、DLPプロジェクタのようなノイズに比較的弱い画像投影装置にも、好適に適用することができる。

また、上記実施形態の高圧放電ランプ、およびミラー付ランプないしランプユニットは、画像投影装置用光源の他に、紫外線ステッパ用光源、または競技スタジアム用光源や自動車のヘッドライト用光源、道路標識を照らす投光器用光源などとしても使用することができる。

#### （実施形態4）

本実施形態に係る放電ランプは、実施形態1に係る放電ランプ50とは金属箔構造体の構造が異なっており、他の点においては略同じであるので、異なっている点について図18を参照しながら説明する。なお、本実施形態では、金属箔構造体は、金属箔13c、13dである。図18は、本実施形態にかかる放電ランプ53の構成を模式的に示している。

一対の封止部11a、bのうちの少なくとも一方の封止部11bにおける金属箔13dは、その中央部分に切り抜き部（開口部）24を有している。そして、切り抜き部24が位置する部分の周囲には、キャビティ（空洞）20が形成され

ている。キャビティ 20 の内部には、少なくとも希ガスが封入されており、典型的には、発光管 10 内と同様のガス（例えば、希ガスおよび水銀蒸気）が存在している。キャビティ 20 が位置する封止部 11 b の外周には、アンテナ 30 が設けられており、本実施形態では、アンテナ 30 は、リード 31 を介して、封止部 11 a の端部から延びて露出している外部リード 14 に電氣的に接続されている。なお、いわゆるトリガー線の役割を果たす第 2 のアンテナを、図 2 に示した構成のように、封止部 11 b と発光管 10 との間のネック部（おおよそ、電極 12 が埋め込まれている封止部 11 b の外周）に配置してもよい。

図 19 (a) および (b) は、図 18 に示した封止部 11 b の部分拡大図であり、図 19 (a) は平面構成を模式的に示し、そして、図 19 (b) は側面構成を模式的に示している。

図 19 (a) および (b) に示すように、本実施形態の放電ランプ 53 においては、封止部 11 b にキャビティ 20 が形成されているものの、切り抜き部 24 を有する金属箔 13 d の外縁 19 は、封止部 11 b を構成するガラス部 15 によって覆われている。それゆえ、金属箔 13 d の外縁 19 は、キャビティ 20 に露出していない。したがって、キャビティ 20 の周囲にアンテナ（図 18 中の符号 30 参照）を設け、キャビティ 20 内で放電を起こしても、金属箔 13 d の外縁（長辺）19 がキャビティ 20 に露出していないので、図 2 および図 3 に示した構成と比較して、放電による箔の劣化を抑制することができる。つまり、図 2 および図 3 に示した構成の場合、キャビティ 110 内に露出している金属箔 103 の外縁（エッジ）が最も放電により損傷をうけるのであるが、本実施形態の構成の場合、その損傷を受けやすい金属箔 13 d の外縁 19 は、ガラス部 15 によって覆われているので、放電による箔の劣化を抑制することが可能となる。なお、本実施形態のランプ 53 の場合には、アンテナと金属箔 13 d との間で放電が生じることとなるが、金属箔の外縁（エッジ）がキャビティ内に露出している構成（図 2 および図 3）と比較すれば、外縁（エッジ）19 が損傷しないので、気密が損なわれない。つまり、箔劣化（特に、外縁の劣化）を抑制することができる、ランプ寿命が短くなることを抑制することができる。

本実施形態においても、キャビティ 20 内で放電が起きると、その放電により



紫外線が発生する。放電によるエネルギーは、いわゆる光ファイバ的効果によって発光管 10 内へと流れ込み、発光管 10 内の物質（例えば希ガス）を光励起させ、それにより種電子が生まれる。その結果、始動時における電極 12 間の絶縁破壊をより低い電圧で行わせることが可能となる。つまり、低電圧始動の放電ランプを実現することができる。本実施形態の放電ランプ 53 の場合、ランプが冷えた状態からの始動（cold 始動）において、点灯回路（バラスト）を用いて開放電圧 940 V（0-ピーク）、50 kHz の正弦波をランプ端子（14）間に 5.8 kV 印加したときに、2 kV 以下（例えば、1～2 kV）の電圧でランプを始動させることができる。これは、キャビティ 20 が存在しない場合の始動電圧（例えば 10～15 kV）と比較して、非常に低い電圧でランプを始動させることができることを意味している。2 kV 以下（例えば、1～2 kV）の電圧でランプを始動できるのであれば、トランスを用いなくても点灯回路（バラスト）を構成することができるという別な効果も得られる。また、低電圧で始動できるので、始動時に生じるノイズも低減させることができる。

本実施形態の放電ランプ 53 では、キャビティ 20 内に、酸化バリウムやトリウムタングステンのような電子を放出しやすく、放電を容易にする物質を配置しておくことも可能である。このような物質をキャビティ 20 内に配置しておけば、切り抜き部 24 を有する金属箔 13 d の放電による損傷をより低減させることが可能となる。

なお、本実施形態では、金属箔 13 d の切り抜き部 24 のエッジを除いて、金属箔 13 c、b およびその外縁（19）は、キャビティ 20 に一切露出させていないが、金属箔のかかなりの部分がキャビティ 20 内の露出している図 2 に示した構成と比較すれば、本実施形態の構成で、切り抜き部 24 のエッジ以外の金属箔 13 c、13 d が一部露出していたとしても、他の部分は露出していないので、箔劣化防止の効果は得られる。

本実施形態における切り抜き部 24 の形状は、略矩形であるが、切り抜き部 24 の輪郭を規定するエッジが、金属箔 13 d の外縁 19 と接していないのであれば、その形状は特に限定されない。すなわち、切り抜き部 24 は、金属箔 13 d の外縁 19 と接してしまう箇所を除く、金属箔 13 d の中央部分に形成されてい

ればよく、その形状は、例えば、正方形、長方形、菱形、円形、楕円形、長円形、三角形、および、五角形や六角形の多角形であってもよい。また、本実施形態の構成では、切り抜き部 24 のエッジは、キャビティ 20 に露出しているが、切り抜き部 24 のエッジ内またはその周囲にキャビティ 20 が形成されているのであれば、切り抜き部 24 のエッジの少なくとも一部がガラス部 15 に覆われていても良い。

図 19 に示した構成における切り抜き部 24 の面積は、例えば、 $3.0 \sim 8.0 \text{ mm}^2$  であり、その寸法は、例えば、 $1.0 \sim 1.4 \text{ mm} \times 3.0 \sim 6.0 \text{ mm}$  である。なお、金属箔 13c および 13d のそれぞれの長手方向の長さおよび幅は、 $15 \sim 40 \text{ mm}$  および  $1.5 \sim 2.0 \text{ mm}$  である。金属箔 13c および 13d は、いずれもモリブデンから構成されている。

図 18 に示した構成では、封止部 11b だけに、切り抜き部 24 およびキャビティ 20 を設けたが、それに限らず、両方の封止部 11a、b に、切り抜き部 24 およびキャビティ 20 を設けてもよい。このようにすれば、いずれの封止部 11a、11b にアンテナを設けても、低電圧で始動可能なランプを実現することができる。

次に、図 21 (a) から (d) を参照しながら、本実施形態の放電ランプ 53 の製造方法を説明する。図 21 (a) から (d) は、本実施形態の製造方法を説明するための工程図である。

最初に、図 21 (a) に示すように、放電ランプの発光管 (10) となる発光管部 110 と、発光管部 110 から延びた側管部 111 とを有する放電ランプ用パイプ (放電ランプ用ガラス管) 80 を用意した後、電極組立体 92 を側管部 111 に挿入する。電極組立体 92 は、電極 12 と、切り抜き部 24 を有する金属箔 13d と、外部リード 14 とから構成されている。電極 12 および外部リード 14 は、それぞれ、金属箔 13d の一端および他端に溶接により接続されている。なお、電極 12 の先端には、コイル 112 が巻き付けられている。

電極組立体 92 は、電極 12 の先端が発光管部 10 内に位置するように、側管部 111 に挿入されて、固定される。電極組立体 92 の固定は、外部リード 14 の一部に設けたモリブデンテープまたはコイルを側管部 111 の内壁に接触させ

ることによって行うことができる。

次いで、放電ランプ用パイプ 80 内を減圧状態にし、側管部 111 を加熱軟化させることによって、電極組立体 92 の金属箔 13d と、側管部 111 とを密着させる。

ここでは、図 21 (b) に示すように、側管部 111 のうちの発光管部 110 側の部分 (A) と、電極 12 側に位置する部分の金属箔 13d とを密着させる工程と、側管部 111 のうちの発光管部 110 側と反対側の部分 (B) と、外部リード 14 側に位置する部分の金属箔 13d とを密着させる工程とを実行する。それらに加えて、電極 12 側に位置する部分と外部リード 14 側に位置する部分との間に位置している部分 (切り抜き部 24 の周囲部分) の金属箔 13d の外縁 19 と、その部分の外縁 19 に対応する部分 (B) の側管部 111 とを密着させる工程を実行する。このようにすると、金属箔 13d の中央部分にキャビティ 20 が形成されることになる。

なお、図 21 (b) に示すように、電極 12 側に位置する金属箔 13d の部分とは、切り抜き部 24 の電極 12 側のエッジよりも、電極 12 側に位置する部分であり、そして、外部リード 14 側に位置する金属箔 13d の部分とは、切り抜き部 24 の外部リード 14 側のエッジよりも、外部リード 14 側に位置する部分である。

本実施形態では、まず、領域 A の部分をバーナで加熱し、領域 A の部分の密着が完了した後、領域 C の部分をバーナで加熱し始める。それと同時に、レーザで領域 B の部分の加熱を行う。この加熱処理によって、領域 B に対応する金属箔 13d の外縁 19 は、領域 B の側管部 111 によって覆われる。レーザを用いるのは、局所的な加熱を行いやすいからである。なお、各種条件を選択することにより、バーナで領域 B の加熱を行っても良い。ただし、領域 A や C と同様に、領域 B をバーナで加熱すると、キャビティ 20 が無くなってしまう程度にまで封止が完了してしまうので注意が必要である。

ここで、領域 B と領域 C の加熱処理を同時に行うのは、封止部形成工程の時間を短縮できるからであり、これらの加熱処理を同一でなく、別々に行うことも可能である。例えば、領域 C の加熱処理の後に、領域 B の加熱処理を行っても良い。

領域AおよびCの加熱にも、レーザを用いることができ、レーザは、例えば、C<sub>O</sub>2可変レーザを用いることができる。

上述のようにして、領域A、B、Cの加熱が終了すると、切り抜き部24の位置またはその周囲に、キャビティ20が形成される。このようにして、キャビティ20を有する封止部11bが得られる。一对の封止部の両方ともキャビティ20を形成する場合には、同じ工程を繰り返せばよいし、一方の封止部だけにキャビティ20を形成する場合には、例えば、キャビティ20のない封止部11aを作製した後に、図21(a)および(b)に示すようにして、キャビティ20を有する封止部11bを作製すればよい。

なお、発光管10内に、希ガスや水銀を導入した後に、図21(a)および(b)の工程を経て、キャビティ20を形成すると、自動的にキャビティ20内には希ガス・水銀蒸気が封入されることになる。図21に示した工程では、発光管部110側から封止を行ったが、それと反対の側から封止を行うことも可能である。また、最初に、キャビティ20を有する封止部11bを作製した後、キャビティ20のない封止部11aを作製してもよい。

図22(a)から(e)では、バーナ95を明示して、本実施形態の製造方法をよりわかりやすく例示している。

図22(a)に示すように、まず、放電ランプ用パイプ80の側管部111に電極組立体92を挿入して、図22(b)に示すように、側管部111に電極組立体92を固定する。なお、側管部111の内径は2.0mm程度である。

次に、図22(c)に示すように、発光管部110側からバーナ95を用いて加熱し、そして、図中の矢印方向にバーナ95を移動させていく。発光管部110側の封止が終わると、図22(d)に示すような状態となる。

その後、図22(e)に示すように、切り抜き部24が位置する部分の封止をレーザ96で行い、そして、外部リード14側の封止をバーナ95で行う。なお、バーナ95の加熱条件および移動速度や、レーザ96の照射条件は、周囲の状況(湿度、温度、空気流など)にあわせて適宜変化させて決定することが好ましい。これは、同じランプを作製する場合でも、作製する場所の状況(湿度、温度、空気流など)や各製造装置の個体差により、好適な条件は変化し得るからである。

上述のようにして、ランプ 5 3 を作製した後、キャビティ 2 0 の周囲にアンテナ 3 0 を設ければ、図 1 8 に示した構成が得られる。図 1 8 に示した構成では、ループ状のアンテナ 3 0 を設けたが、図 2 0 に示すように、封止部 1 1 b にらせん状にリード 3 1 を巻き付けて、アンテナ 3 0 にしてもよい。らせん状のアンテナ 3 0 の場合、キャビティ 2 0 全体を覆うので、キャビティ 2 0 内での放電をより確実に行うことができるという利点も得られる。

本実施形態では、切り抜き部 2 4 を有する金属箔 1 3 d としたが、金属箔 1 3 d の外縁 1 9 を覆った構成で、封止部 1 1 b にキャビティ 2 0 を形成するには、切り抜き部 2 4 のない金属箔 1 3 d でも実現可能である。

図 2 3 は、封止部 1 1 b のうち金属箔 1 3 d の中央部分の上にキャビティ 2 0 を有する放電ランプ 5 4 の構成を模式的に示している。図 1 8 および図 2 0 に示したランプ 5 3 と同様に、キャビティ 2 0 の内部には、少なくとも希ガスが封入されている。そして、金属箔 1 3 d の外縁はガラス部 1 5 によって覆われており、当該外縁は、キャビティ 2 0 に露出していない。図 2 3 に示したランプ 5 4 が上記ランプ 5 3 と異なる点は、封止部 1 1 b の金属箔 1 3 d に切り抜き部 2 4 が形成されていない点である。

なお、ランプ 5 4 では、図 2 0 に示したランプ 5 3 と同様に、封止部 1 1 b にらせん状にリード 3 1 を巻き付けることによって、アンテナ 3 0 を設けている。勿論、らせん状に巻き付けたアンテナ 3 0 でなく、図 1 8 に示すようなループ状のアンテナを設けても良い。

図 2 3 に示したランプ 5 4 では、金属箔 1 3 d がキャビティ 2 0 に露出しているものの、金属箔 1 3 d のエッジは露出していないので、金属箔 1 3 d の箔面とアンテナ 3 0 とが放電し、それゆえ、箔の劣化の程度が少ない。すなわち、金属箔のエッジがキャビティに露出している図 2 に示した構成と比較して、箔劣化を抑制することができ、ランプの短寿命化を軽減することができる。ここでは、キャビティ 2 0 内に露出している金属箔 1 3 d の中央部分が放電誘発部である。

ランプ 5 4 の製造方法は、実質的にランプ 5 3 の製造方法と同様である。以下、図 2 4 (a) から (e) を参照しながら、ランプ 5 4 の製造方法を説明する。

まず、切り抜き部 2 4 が形成されていない金属箔 1 3 d を有する電極組立体 9

2' を用意した後、図 2 4 (a) に示すように、放電ランプ用パイプ 8 0 の側管部 1 1 1 に電極組立体 9 2' を挿入する。次いで、図 2 4 (b) に示すように、側管部 1 1 1 に電極組立体 9 2' を固定する。

次に、図 2 4 (c) に示すように、発光管部 1 1 0 側からバーナ 9 5 を用いて加熱し、そして、図中の矢印方向にバーナ 9 5 を移動させていく。発光管部 1 1 0 側の封止が終わると、図 2 4 (d) に示すような状態となる。

その後、図 2 4 (e) に示すように、キャビティ 2 0 を形成した箇所の封止をレーザ 9 6 で行い、そして、外部リード 1 4 側の封止をバーナ 9 5 で行う。ランプ 5 3 の製造方法で説明したように、キャビティ 2 0 を形成した箇所の封止は、側管部 1 1 1 が金属箔 1 3 d の外縁を覆うまで行う。このようにして、ランプ 5 4 が得られる。

なお、本発明の実施形態の製造方法では、金属箔 1 3 d の外縁と側管部 1 1 1 とを密着させるので、外縁の一部が側管部に接していないような図 2 に示した構成の場合と比較して、電極位置がずれることをより効果的に防止することができるという効果も得られる。つまり、封止部形成工程の際に、電極組立体 (9 2 または 9 2') の位置がずれるのを防止することができ、その結果、より簡便に且つ正確にアーク長の調整を行うことができる。今日、超高圧水銀ランプのアーク長は、1 mm 程度の極めて短い間隔にまでなっているので、その調整は、比較的アーク長が長かった時代と比べると、電極位置ずれ防止の効果はより重要な意義を有するようになってきている。

上記説明では、封止部 1 1 b についての製造方法を中心に説明したが、放電ランプ (高圧水銀ランプ) の全体の製造方法を簡単に説明すると、以下の通りである。図 2 5 および図 2 6 は、本発明の実施形態にかかる放電ランプの製造方法を説明するための工程図である。

まず、図 2 5 (a) に示すように、あらかじめ電極 1 2 とモリブデン箔 1 3 c と外部リード 1 4 を組み合わせて用意した電極組立体 8 9 を、放電ランプ用ガラスパイプ 8 0 における側管部 1 1 1 の一端から内部に挿入し、電極 1 2 先端が将来発光管 1 0 となる部位 (発光管部) 1 1 0 内の所定の位置にくるように、配置する。電極組立体 8 9 の外部リード 1 4 の一端には、電極組立体 8 9 を固定する

ためのモリブデンテープ 17 が設けられており、これにより電極組立体 89 を適切な位置に固定することができる。

図 25 (a) に示した状態にした後、図 25 (b) に示すように、まず、ガラスパイプ 80 内部を矢印 78 で略示するように真空排気し、次いで、矢印 79 で略示するように、大気圧以下の乾燥した不活性ガス（例えば、アルゴンガス）を、例えば 50 mbar（約  $5 \times 10^{-3}$  Pa）か 200 mbar（約  $2 \times 10^{-4}$  Pa）程度導入する。

次に、図 25 (c) に示すように、矢印 61 に示すようにガラスパイプ 80 を回転させながら、矢印 82 で略示するように、電極組立体 89 が位置する付近のガラスパイプ 80 の部位を加熱する。この加熱は、例えば酸素水素やプロパンなどのガスバーナーか、CO<sub>2</sub>などのレーザーで行う。なお、この工程は、ガラスパイプ 80 を略垂直に立てた状態で行ってもよい。その場合は、電極組立体 89 が将来発光部となる部位（110）よりも上側に配置される状態で行うのが好ましい。

モリブデン箔 13c のところで気密が十分に保たれるまで加熱が完了すれば、図 25 (d) に示すように、封止部 11a が形成されたガラスパイプ 80 が完成する。なお、主に図 25 (a) に示した工程を、電極配置工程（または、電極組立体配置工程）と呼び、そして、主に図 25 (c) に示した工程を封止部形成工程と呼ぶこととする。

続いて、図 26 (a) に示すように、ガラスパイプ（第 1 電極封止されたガラスパイプ）80 の開口端から、発光物質である水銀 18 と、図 22 (a) に示した電極組立体 92 とを内部に挿入する。そして、挿入した電極組立体 92 の電極 12 の一端が、将来発光管 10 となる部位（110）内で、封止部 11a 側の電極 12 の先端から約 1 mm 離れた位置には位置づけられるように、電極組立体 92 をガラスパイプ 80 内に挿入・位置づけする。

電極組立体 92 における外部リード 14 の一端にもモリブデンテープ 17 が設けられており、これにより、電極組立体 92 を所定位置に容易に固定することができる。ここでは、上述したように、電極組立体 92 に代えて、図 24 に示した電極組立体 92' を用いることも可能である。

次に、図 2 6 (b) 中の矢印 7 8 で示すように、ガラスパイプ 8 0 内を真空排気し、続いて、図 2 6 (c) の矢印 7 9 で示すように、乾燥した希ガス（例えば、アルゴンガス）を、例えば 2 0 0 m b r（約  $2 \times 10^{-4}$  P a）導入する。このとき少量のハロゲンガス（または、分解してハロゲンとなるハロゲン前駆体物質）を混合させてもよい。

その後、図 2 5 (c) と同様に、図 2 6 (d) に示すように、矢印 6 1 の方向にガラスパイプ 8 0 を回転させながら、矢印 8 2 で略示するように、電極組立体 9 2 が位置する付近のガラスパイプ 8 0 の部位を加熱する。この加熱は、例えば酸素水素やプロパンなどのガスバーナーか、C O<sub>2</sub>などのレーザーで行う。なお、図 2 5 (c) と同様に、この工程はガラスパイプ 8 0 を略垂直に立てた状態で行ってもよい。その場合は、電極組立体 9 2 が将来発光管 1 0 となる部位（1 1 0）よりも上側に配置される状態で行うのが好ましい。また、水銀 1 8 の蒸発を防ぐために、将来発光管 1 0 となる部位 1 1 0 を、例えば液体窒素で冷やしながら、この加熱工程を行ってもよい。この封止部形成工程は、図 2 2 (c) から (e) に示した通りである。なお、電極組立体 9 2' を用いる場合には、この工程は、図 2 4 (c) から (e) に示した通りである。

そして、図 2 6 (e) に示すように、発光管 1 0 と封止部 1 1 a、b とが形成されたランプ 5 3 が完成する。最後に、外部リード 1 4 が外部に露呈するように不要なガラス部およびモリブデンテープ 1 7 を切除し、アンテナ 3 0 を設ければ、図 2 0 に示したようなランプ 5 3 が完成する。なお、電極組立体 9 2' を用いた場合には、図 2 3 に示したランプ 5 4 が完成する。

#### （実施形態 5）

上記実施形態 4 の高圧放電ランプは、反射鏡と組み合わせて、ミラー付きランプないしランプユニットにすることができる。

図 2 7 は、上記実施形態 4 のランプ 5 3 を備えたミラー付きランプ 9 1 0 の断面を模式的に示している。断面のハッチングは省略している。

本実施形態のミラー付きランプ 9 1 0 は、ランプ 5 3 以外の点については実施形態 3 のミラー付きランプ 9 0 0 と同じであるので、構造や作用効果などは、実施形態 3 において説明したものと同一である。



## (実施形態 6)

本実施形態に係る放電ランプは、実施形態 1 に係る放電ランプ 5 0 とは金属箔構造体の構造が異なっており、他の点においては略同じであるので、異なっている点について図 2 8 を参照しながら説明する。なお、本実施形態では、金属箔構造体は、金属箔 1 3 c、1 3 e である。図 2 8 は、本実施形態にかかる放電ランプ 5 6 の構成を模式的に示している。

図 2 8 を参照しながら、本発明による実施形態 6 にかかる放電ランプ 5 6 を説明する。図 2 8 は、本実施形態にかかる放電ランプ 5 6 の構成を模式的に示している。

一対の封止部 1 1 a、b のうちの少なくとも一方の封止部 1 1 b における金属箔 1 3 e には、コイル 2 5 が巻き付けられている。そして、封止部 1 1 b におけるコイル 2 5 の周囲には、隙間（またはキャビティ）2 0 が存在している。キャビティ 2 0 の内部には、少なくとも希ガスが封入されており、典型的には、発光管 1 0 内と同様のガス（例えば、希ガスおよび水銀蒸気）が存在している。キャビティ 2 0 が位置する封止部 1 1 b の外周には、アンテナ 3 0 が設けられている。言い換えると、コイル 2 5 が巻き付けられている部分の封止部 1 1 b の外周には、アンテナ 3 0 が設けられている。

本実施形態では、アンテナ 3 0 は、リード 3 1 を介して、封止部 1 1 a の端部から延びて露出している外部リード 1 4 に電氣的に接続されている。なお、いわゆるトリガー線の役割を果たす第 2 のアンテナを、図 2 に示した構成のように、封止部 1 1 b と発光管 1 0 との間のネック部（おおよそ、電極 1 2 が埋め込まれている封止部 1 1 b の外周）に配置してもよい。

図 2 9 (a) および (b) は、図 2 8 に示した封止部 1 1 b の部分拡大図であり、図 2 9 (a) は平面構成を模式的に示し、そして、図 2 9 (b) は側面構成を模式的に示している。

図 2 9 (a) および (b) に示すように、本実施形態の放電ランプ 5 6 においては、封止部 1 1 b の金属箔 1 3 e の長辺（外縁またはエッジ）1 9 は、コイル 2 0 によって覆われている。したがって、封止部 1 1 b の周囲にアンテナ（図 2 8 中の符号 3 0 参照）を設け、封止部 1 1 b 内で放電を起こしても、コイル 2 0

とアンテナ（30）の間で放電するため、図2および図3に示した構成と比較して、放電による箔の劣化を抑制することができる。

つまり、図2および図3に示した構成の場合、キャビティ110内に露出している金属箔103の外縁（エッジ）が最も放電により損傷をうけるのであるが、本実施形態の構成の場合、その損傷を受けやすい金属箔13eのエッジ19は、コイル25に覆われており、また、放電はコイル25とアンテナ（30）とによって生じるので、放電による箔の劣化を抑制することが可能となる。箔劣化を抑制することができる、ランプ寿命が短くなることを抑制することができる。金属箔13eの長辺19は、例えば、半分以下、コイル25によって覆われていることが好ましく、本実施形態では、30～50%程度、コイル25によって覆われている。なお、金属箔13eにコイル25を巻いた状態で封止部11bを形成すると、コイル25によってガラス部15と金属箔13eとの密着が妨げられ、コイル25の周囲にキャビティ20が生じる。このキャビティ20に希ガスを封入しておけば、封止部11b内での放電を起こすことが可能となる。ここでは、コイル25が放電誘発部となっている。

封止部11b内で放電が起きると、その放電により紫外線が発生する。放電によるエネルギーは、いわゆる光ファイバ的効果によって発光管10内へと流れ込み、発光管10内の物質（例えば希ガス）を光励起させ、それにより種電子が生まれる。その結果、始動時における電極12間の絶縁破壊をより低い電圧で行わせることが可能となる。つまり、低電圧始動の放電ランプを実現することができる。本実施形態の放電ランプ56の場合、ランプが冷えた状態からの始動（cold始動）において、点灯回路（バラスト）を用いて開放電圧940V（0ピーク）、56kHzの正弦波をランプ端子（14）間に5.8kV印加したときに、2kV以下（例えば、1～2kV）の電圧でランプを始動させることができる。これは、キャビティ20が存在しない場合の始動電圧（例えば10～15kV）と比較して、非常に低い電圧でランプを始動させることができることを意味している。2kV以下（例えば、1～2kV）の電圧でランプを始動できるのであれば、トランスを用いなくても点灯回路（バラスト）を構成することができるという別な効果も得られる。また、低電圧で始動できるので、始動時に生じるノ

イズも低減させることができる。

本実施形態におけるコイル 25 は、電子を放出しやすく、放電を容易にする物質であるトリウムタングステンから構成されている。なお、トリウムタングステン製のコイルに代えて、タングステン製のコイルを用いてもよい。タングステン製のコイルの表面に、酸化バリウムやトリウムタングステンのような電子を放出しやすく、放電を容易にする物質を付与しておいてもよい。そのような物質を付与しなくても、タングステン製のコイル 25 でも、放電によって箔が劣化してしまうことを抑制する効果は得られる。

コイル 25 の線径（太さ）は、例えば 0.1～0.5 mm である。なお、金属箔 13 c および 13 e の寸法は、例えば、1.5～2.0 mm×16～40 mm である。ここで、発光管 10 のシール効果を高めたい場合、金属箔 11 b の発光管 10 寄りの部位（例えば、発光管 10 と封止部 11 b との境界部から 5 mm 以内の部分）には、コイル 25 を巻かないで、金属箔 13 e とガラス部 15 との密着の程度を高めるようにしてもよい。コイル 25 の周囲に存在するキャビティ 20 には、放電可能なガスが少なくとも封入されており、典型的には、発光管 10 内と同様のガス（希ガス、水銀蒸気）が封入されている。発光管 10 内と同様のガスがキャビティ 20 内に存在しているのは、製造工程上の特徴である。製造工程は複雑になるが、異なるガスを存在させておくことも可能である。

なお、図 28 に示した構成では、ループ状のアンテナ 30 を設けたが、図 30 に示すように、封止部 11 b にらせん状にリード 31 を巻き付けて、アンテナ 30 にしてもよい。らせん状のアンテナ 30 の場合、キャビティ 20 全体を覆うので、キャビティ 20 内での放電をより確実に行うことができるという利点も得られる。

また、図 28 に示した構成では、封止部 11 b の金属箔 13 e だけに、コイル 25 を巻いたが、それに限らず、両方の封止部 11 a、b の金属箔 13 c、b に、コイル開口部 25 およびキャビティ 20 を設けてもよい。このようにすれば、いずれの封止部 11 a、11 b にアンテナを設けても、低電圧で始動可能なランプを実現することができる。

本実施形態の構成では、コイル 25 を用いたが、コイル 25 に代えて、金属箔

13eを包みこめる形状を有する金属筒（例えば、モリブデンからなるスリーブ）で、金属箔13eを覆ってもよい。このように金属筒で金属箔13eを覆っても、金属箔13eのエッジ（19）を保護することができ、箔劣化が生じるのを緩和することができる。金属筒によって金属箔13eを覆った状態で封止部11bを形成した場合、やはりその周囲に隙間が生じるので、図28等にした構成と同様の効果を得ることができる。

次に、図31（a）から（d）を参照しながら、本実施形態の放電ランプ56の製造方法を説明する。図31（a）から（d）は、本実施形態の製造方法を説明するための工程図である。

最初に、図31（a）に示すように、放電ランプの発光管（10）となる発光管部110と、発光管部110から延びた側管部111とを有する放電ランプ用パイプ（放電ランプ用ガラス管）80を用意し、その後、発光管110と側管部111との境界となる加工線から距離d（例えば、5mm）だけ離れた位置に、レーザを照射する。すると、図31（b）に示すように、その後に挿入されるコイル25の位置を決める凸部が形成される。次いで、側管部111の一端から、コイル25を挿入する。

次に、図31（c）に示すように、電極組立体88を側管部111に挿入する。電極組立体88は、電極12と、金属箔13eと、外部リード14とから構成されている。電極12および外部リード14は、それぞれ、金属箔13eの一端および他端に溶接により接続されている。なお、電極12の先端には、コイル112が巻き付けられている。

電極組立体88は、電極12の先端が発光管部10内に位置するように、側管部111に挿入されて、固定される。電極組立体88の固定は、外部リード14の一部に設けたモリブデンテープまたはコイルを側管部111の内壁に接触させることによって行うことができる。

次いで、放電ランプ用パイプ80内を減圧状態にし、側管部111を加熱軟化させることによって、電極組立体88の金属箔13eと、側管部111とを密着させる。

ここでは、図31（d）に示すように、側管部111のうち発光管部110側

の部位（例えば、図 3 1（a）中の加工線）から、外部リード 1 4 の方へ、一定速度で、バーナを移動させて、加熱して封止していく。この製法では、バーナの速度を変化させなくてもよいので、簡便に封止部形成工程を実行できるというメリットもある。本実施形態では、バーナーによって加熱しているが、レーザー（例えば、CO<sub>2</sub>可変レーザー）によって加熱してもよい。なお、バーナとレーザーとを併用してもよい。

上述のようにして、加熱処理が終了すると、コイル 2 5 を介して、側管部 1 1 1 と金属箔 1 3 e とを密着して、金属箔 1 3 e の周囲にコイル 2 5 が設けられた封止部 1 1 b が得られる。上述したようにコイル 2 5 の近傍には、キャビティ（2 0）が存在している。一对の封止部の両方とも、コイル 2 5 を含んだ封止部とするには、同じ工程を繰り返せばよいし、一方の封止部だけにコイル 2 5 を設けるには、例えば、コイル 2 5 のない封止部 1 1 a を作製した後に、図 3 1（a）から（d）に示すようにして、コイル 2 5 を含む封止部 1 1 b を作製すればよい。なお、コイル 2 5 に代えて、金属筒を使用する場合には、図 3 1（b）の段階で、金属筒を側管部 1 1 1 に挿入すればよい。

発光管 1 0 内に、希ガスや水銀を導入した後に、図 3 1（a）から（d）の工程を経て、封止部 1 1 b を形成すると、キャビティ 2 0 内には自動的に希ガス・水銀蒸気が封入されることになる。図 3 1 に示した工程では、発光管部 1 1 0 側から封止を行ったが、それと反対の側から封止を行うことも可能である。また、最初に、コイル 2 5 を含む封止部 1 1 b を作製した後、コイル 2 5 のない封止部 1 1 a を作製してもよい。

図 3 2（a）から（e）では、バーナ 9 5 を明示して、本実施形態の製造方法をよりわかりやすく例示している。

図 3 2（a）に示すように、まず、凸部 1 1 5 が形成された側管部 1 1 1 を有する放電ランプ用パイプ 8 0 を用意した後、コイル 2 5 を側管部 1 1 1 の一端から挿入する。なお、側管部 1 1 1 の内径は 2. 0 mm 程度である。

次に、図 3 2（b）に示すように、コイル 2 5 を所定位置に配置した後、図 3 2（c）に示すように、電極組立体 8 8 を挿入して、側管部 1 1 1 に電極組立体 8 8 を固定する。

次に、図 3 2 (c) に示すように、発光管部 1 1 0 側からバーナ 9 5 を用いて加熱し、そして、図中の矢印方向にバーナ 9 5 を移動させていく。バーナ 9 5 は、一定速度で移動させていけばよい。

その後、図 3 2 (e) に示すように、外部リード 1 4 の部分まで加熱が終わると、封止部 1 1 b が得られる。ここで、バーナ 9 5 の加熱条件および移動速度は、コイル 2 5 のない封止部 1 1 a を形成するときの場合とほぼ同様なものを採用することができる。このことは、簡便に封止部 1 1 b を製造することができることを意味している。

上述のようにして、封止部 1 1 b を形成して、ランプ 5 6 を完成した後、コイル 2 5 が位置している部分の封止部 1 1 b の周囲に、アンテナ 3 0 を設ければ、図 2 8 または図 3 0 に示した構成となる。

#### (実施形態 7)

次に、図 3 3 を参照しながら、本発明による実施形態 7 にかかる放電ランプを説明する。図 3 3 は、本実施形態の放電ランプ 5 7 における封止部 1 1 b の構成を模式的に示している。

図 3 3 に示した放電ランプ 5 7 は、金属箔 1 3 e 上にコイル 2 6 が設けられている点において、金属箔 1 3 e の周囲にコイル 2 5 が巻き付けられた上記実施形態 6 のランプ 5 6 と異なる。他の点は、上記実施形態の構成と同様であるので、説明の簡潔化のため、同じ内容については説明を省略または簡略化する。

本実施形態の構成の場合、コイル 2 6 は、金属箔 1 3 e の面内に配置されている。そして、コイル 2 6 は、溶接によって金属箔 1 3 e に接続されている。コイル 2 6 は、例えばトリウムタングステン製コイルであるが、タングステン製のものを用いても問題はない。さらに、タングステン製コイルの表面に、トリウムを存在させたものをコイル 2 6 として用いても良い。

コイル 2 6 の大きさは、金属箔 1 3 e 内におさまる程度の大きさである。コイル 2 6 の寸法を例示すると、その長手方向の長さは、5 ~ 15 mm であり、コイル 2 6 の内径（中心空洞の大きさ）および線径は、それぞれ、1 ~ 8 mm および 0.1 ~ 0.5 mm である。

このように、金属箔 1 3 e 上にコイル 2 5 を配置した構成の場合でも、コイル

26によってガラス部15と金属箔13eとの密着が妨げられ、コイル26の周囲に隙間（キャビティ）20が生じる。このキャビティ20には、放電可能ガス（例えば希ガスや水銀蒸気）が存在しているので、封止部11b内での放電を起こすことが可能となる。また、金属箔13eの外縁（エッジ）19は、ガラス部15によって覆われているので、放電による箔の劣化を抑制することが可能となる。また、封止部11b内の放電はコイル26とアンテナ（30）とによるものが支配的であるので、それによっても、箔劣化を抑制することができる。上述したように、箔劣化を抑制することができると、ランプ寿命が短くなることを抑制することができる。

さらに、金属箔13eの周辺にキャビティ20をつくるには、図34に示すようにしてもよい。すなわち、金属箔13eに波打ち部27を設けて、その周囲にキャビティ20を形成することができる。波打ち部27は、発光管10側から見たときに金属箔13eの上面および下面が金属箔13eの端面の上下から現れるように波打った部分であり、金属箔13eに波打ち部27を形成すると、ガラス部15との間にキャビティ20を設けることが可能となる。また、図34に示した金属箔13eの外縁（エッジ）19は、ガラス部15によって覆われているので、放電による箔の劣化を抑制することが可能となる。なお、アンテナ（30）との放電は、波打ち部27とアンテナとの間で生じやすいので、波打ち部27は放電誘発部でもある。

図34に示した構成において、金属箔13eは、複数の波打ち部27を有しており、その波打ち部27の振幅および曲率半径は、それぞれ、例えば、1～2mm（振幅）、1～4mm（曲率半径）である。金属箔11bが波打ち部分27を有していると、封止部11bの内部応力を分散させることができるので、金属箔が封止部を裂く合成応力を軽減させることができる。その結果、封止部の箔構造の寿命を長く延ばすことができる。また、封止部11aの金属箔13cに波打ち部分を設けても良い。

なお、本実施形態のランプ57および58も、図30に示したランプ56と同様に、封止部11bにらせん状にリード31を巻き付けて、アンテナ30を設けることができる。勿論、らせん状に巻き付けたアンテナ30でなく、図28に示すようなループ状のアンテナを設けても良い。

次に、図35（a）から（c）を参照しながら、本実施形態のランプ57の製

造方法を説明する。ランプ 5 7 の製造方法は、基本的には、上記実施形態 6 のランプ 5 6 の製造方法と同様である。

まず、図 3 1 (c) に示した金属箔 1 3 e を含む電極組立体 8 8 を用意した後、図 3 5 (a) に示すように、その金属箔 1 3 e に、コイル 2 6 の一端と他端を溶接により接続して、電極組立体 8 7 を作製する。

次に、図 3 5 (b) に示すように、電極組立体 8 7 を側管部 1 1 1 に挿入する。電極組立体 8 7 は、電極 1 2 の先端が発光管部 1 0 内に位置するように、側管部 1 1 1 に挿入されて、固定される。電極組立体 8 7 の固定は、外部リード 1 4 の一部に設けたモリブデンテープまたはコイルを側管部 1 1 1 の内壁に接触させることによって行うことができる。

次いで、図 3 5 (c) に示すように、放電ランプ用パイプ 8 0 内を減圧状態にし、側管部 1 1 1 を加熱軟化させることによって、電極組立体 8 7 の金属箔 1 3 e と、側管部 1 1 1 とを密着させる。

ここでは、図 3 1 (d) と同様に、側管部 1 1 1 のうち発光管部 1 1 0 側の部位から、外部リード 1 4 の方へ、一定速度で、バーナを移動させて、加熱して封止していく。この製法においても、バーナの速度を変化させなくてもよいので、簡便に封止部形成工程を実行できるというメリットが得られる。また、バーナによる加熱に代えて、レーザ（例えば、CO<sub>2</sub>可変レーザ）による加熱をしてもよいし、なお、バーナとレーザとを併用してもよい。

上述のようにして、加熱処理が終了すると、コイル 2 6 を介して、側管部 1 1 1 と金属箔 1 3 e とを密着して、金属箔 1 3 e 上にコイル 2 6 が配置した封止部 1 1 b が得られる。上述したようにコイル 2 6 の近傍には、キャビティ (2 0) が存在している。一对の封止部の両方とも、コイル 2 6 を含んだ封止部とするには、同じ工程を繰り返せばよいし、一方の封止部だけにコイル 2 6 を設けるには、例えば、コイル 2 6 のない封止部 1 1 a を作製した後に、図 3 5 (a) から (c) に示すようにして、コイル 2 6 を含む封止部 1 1 b を作製すればよい。

なお、図 3 5 に示したランプ 5 8 の封止部 1 1 b を得るには、図 3 6 に示した電極組立体 8 6 を用意して、図 3 5 (b) の段階で、電極組立体 8 7 に代えて、波打ち部 2 7 が設けられた金属箔 1 3 e を有する電極組立体 8 6 を側管部 1 1 1



に挿入し、そして、以後の図 3 5 (c) の工程を実行すればよい。

図 3 7 (a) から (e) では、バーナ 9 5 を明示して、本実施形態のランプ 5 7 の製造方法をよりわかりやすく例示する。

図 3 7 (a) に示すように、まず、放電ランプ用パイプ 8 0 の側管部 1 1 1 に電極組立体 8 7 を挿入して、図 3 2 (b) に示すように、側管部 1 1 1 に電極組立体 8 8 を固定する。

次に、図 3 7 (c) に示すように、発光管部 1 1 0 側からバーナ 9 5 を用いて加熱し、そして、図中の矢印方向にバーナ 9 5 を移動させていく。バーナ 9 5 は、一定速度で移動させていけばよい。

その後、図 3 7 (d) に示すように、外部リード 1 4 の部分まで加熱が終わると、封止部 1 1 b が得られる。ここで、バーナ 9 5 の加熱条件および移動速度は、上記実施形態 6 の製造方法と同様に、コイル 2 6 のない封止部 1 1 a を形成するときの場合とほぼ同様なものを採用することができるので、簡便に封止部 1 1 b を製造することができるという利点を得られる。

また、図 3 7 (および図 3 5) に示した製造方法は、金属箔 1 3 e 上にコイル 2 6 が配置されているので、封止部形成工程段階において、電極位置がずれることをより効果的に防止することができるという別な利点も得られる。つまり、コイル 2 6 が側管部の内面に接することにより、電極 (1 2) を有する電極組立体 (8 7) の位置がずれるのを防止することができ、その結果、より簡便に且つ正確にアーク長の調整を行うことができる。今日、超高圧水銀ランプのアーク長は、1 mm 程度の極めて短い間隔にまでなっているので、その調整は、比較的アーク長が長かった時代と比べると、電極位置ずれ防止の効果はより重要な意義を有するようになってきている。

上記説明では、封止部 1 1 b についての製造方法を中心に説明したが、放電ランプ (高圧水銀ランプ) の全体の製造方法を簡単に説明すると、以下の通りである。図 3 8 および図 3 9 は、本発明の実施形態にかかる放電ランプの製造方法を説明するための工程図である。

まず、図 3 8 (a) に示すように、あらかじめ電極 1 2 とモリブデン箔 1 3 c と外部リード 1 4 を組み合わせて用意した電極組立体 8 9 を、放電ランプ用ガラ

スパイプ 80 における側管部 111 の一端から内部に挿入し、電極 12 先端が将来発光管 10 となる部位（発光管部）110 内の所定の位置にくるように、配置する。電極組立体 89 の外部リード 14 の一端には、電極組立体 89 を固定するためのモリブデンテープ 17 が設けられており、これにより電極組立体 89 を適切な位置に固定することができる。

図 38 (a) に示した状態にした後、図 38 (b) に示すように、まず、ガラスパイプ 80 内部を矢印 78 で略示するように真空排気し、次いで、矢印 79 で略示するように、大気圧以下の乾燥した不活性ガス（例えば、アルゴンガス）を、例えば 50 mbar（約  $5 \times 10^3$  Pa）か 200 mbar（約  $2 \times 10^4$  Pa）程度導入する。

次に、図 38 (c) に示すように、矢印 61 に示すようにガラスパイプ 80 を回転させながら、矢印 82 で略示するように、電極組立体 89 が位置する付近のガラスパイプ 80 の部位を加熱する。この加熱は、例えば酸素水素やプロパンなどのガスバーナーか、CO<sub>2</sub>などのレーザーで行う。なお、この工程は、ガラスパイプ 80 を略垂直に立てた状態で行ってもよい。その場合は、電極組立体 89 が将来発光部となる部位（110）よりも上側に配置される状態で行うのが好ましい。

モリブデン箔 13c のところで気密が十分に保たれるまで加熱が完了すれば、図 38 (d) に示すように、封止部 11a が形成されたガラスパイプ 80 が完成する。なお、主に図 38 (a) に示した工程を、電極配置工程（または、電極組立体配置工程）と呼び、そして、主に図 35 (c) に示した工程を封止部形成工程と呼ぶこととする。

続いて、図 39 (a) に示すように、ガラスパイプ（第 1 電極封止されたガラスパイプ）80 の開口端から、発光物質である水銀 18 と、図 37 (a) に示した電極組立体 87 とを内部に挿入する。そして、挿入した電極組立体 87 の電極 12 の一端が、将来発光管 10 となる部位（110）内で、封止部 11a 側の電極 12 の先端から約 1 mm 離れた位置には位置づけられるように、電極組立体 87 をガラスパイプ 80 内に挿入・位置づけする。

電極組立体 87 における外部リード 14 の一端にもモリブデンテープ 17 が設けら

れており、これにより、電極組立体 8 7 を所定位置に容易に固定することができる。なお、電極組立体 8 7 に代えて、図 3 2 (c) に示した電極組立体 8 8 を用いると、ランプ 5 6 を作製することができ、そして、図 3 6 に示した電極組立体 8 6 を用いれば、ランプ 5 8 を作製することができる。

次に、図 3 9 (b) 中の矢印 7 8 で示すように、ガラスパイプ 8 0 内を真空排気し、続いて、図 3 9 (c) の矢印 7 9 で示すように、乾燥した希ガス（例えば、アルゴンガス）を、例えば 2 0 0 m b r (約  $2 \times 10^{-4}$  P a) 導入する。このとき少量のハロゲンガス（または、分解してハロゲンとなるハロゲン前駆体物質）を混合させてもよい。

その後、図 3 8 (c) と同様に、図 3 9 (d) に示すように、矢印 6 1 の方向にガラスパイプ 8 0 を回転させながら、矢印 8 2 で略示するように、電極組立体 8 8 が位置する付近のガラスパイプ 8 0 の部位を加熱する。この加熱は、例えば酸素水素やプロパンなどのガスバーナーか、CO<sub>2</sub>などのレーザーで行う。なお、図 3 5 (c) と同様に、この工程はガラスパイプ 8 0 を略垂直に立てた状態で行ってもよい。その場合は、電極組立体 8 7 が将来発光管 1 0 となる部位 (1 1 0) よりも上側に配置される状態で行うのが好ましい。また、水銀 1 8 の蒸発を防ぐために、将来発光管 1 0 となる部位 1 1 0 を、例えば液体窒素で冷やしながら、この加熱工程を行ってもよい。この封止部形成工程は、図 3 7 (c) から (d) に示した通りである。なお、電極組立体 8 8 を用いる場合には、この工程は、図 3 2 (d) から (e) に示した通りである。

そして、図 3 9 (e) に示すように、発光管 1 0 と封止部 1 1 a、b とが形成されたランプ 5 7 が完成する。最後に、外部リード 1 4 が外部に露呈するように不要なガラス部およびモリブデンテープ 1 7 を切除し、アンテナ 3 0 を設ければ、低電圧始動可能なランプ 5 6 が完成する。なお、電極組立体 8 8 を用いた場合には、図 2 8 または図 3 0 に示したランプ 5 6 が完成する。

#### (実施形態 8)

上記実施形態 6、7 の高圧放電ランプは、反射鏡と組み合わせて、ミラー付きランプないしランプユニットにすることができる。

図 4 0 は、上記実施形態 6 のランプ 5 6 を備えたミラー付きランプ 9 2 0 の断

面を模式的に示している。断面のハッチングは省略している。

本実施形態のミラー付きランプ 920 は、ランプ 56 以外の点については実施形態 3 のミラー付きランプ 900 と同じであるので、構造や作用効果などは、実施形態 3 において説明したものと同一である。なお、ランプ 56 の代わりにランプ 57、ランプ 58 を用いても同じ効果が得られる。

(他の実施形態)

上記実施形態では、発光物質として水銀を使用する水銀ランプを高圧放電ランプの一例として説明したが、本発明は、封止部（シール部）によって発光管の気密を保持する構成を有するいずれの高圧放電ランプにも適用可能である。例えば、金属ハロゲン化物を封入したメタルハライドランプなどの高圧放電ランプにも適用することができる。メタルハライドランプにおいても、低電圧で始動できることは好適だからである。また、近年、水銀を封入しない無水銀メタルハライドランプの開発も進んでいるが、そのような無水銀メタルハライドランプに本発明を適用することも可能である。

上記実施形態の技術が適用された無水銀メタルハライドランプとしては、図 4、図 6、図 14、図 18、図 20、図 23、図 28、図 30、図 33、図 34 などに示した構成において、発光管 10 内に、水銀が実質的に封入されてなく、かつ、少なくとも、第 1 のハロゲン化物と、第 2 のハロゲン化物と、希ガスとが封入されているものが挙げられる。このとき、第 1 のハロゲン化物の金属は、発光物質であり、第 2 のハロゲン化物は、第 1 のハロゲン化物と比較して、蒸気圧が大きく、かつ、前記第 1 のハロゲン化物の金属と比較して、可視域において発光しにくい金属の 1 種または複数種のハロゲン化物である。例えば、第 1 のハロゲン化物は、ナトリウム、スカンジウム、および希土類金属からなる群から選択された 1 種または複数種のハロゲン化物である。そして、第 2 のハロゲン化物は、相対的に蒸気圧が大きく、かつ、第 1 のハロゲン化物の金属と比較して、可視域に発光しにくい金属の 1 種または複数種のハロゲン化物である。具体的な第 2 のハロゲン化物としては、Mg、Fe、Co、Cr、Zn、Ni、Mn、Al、Sb、Be、Re、Ga、Ti、Zr および Hf からなる群から選択された少なくとも一種の金属のハロゲン化物である。そして、少なくとも Zn のハロゲン化物を含

むような第2のハロゲン化物がより好適である。

また、他の組み合わせ例を挙げると、透光性の発光管（気密容器）10と、発光管10内に設けられた一対の電極12と、発光管10に連結された一対の封止部（13a、b）とを備えた無水銀メタルハライドランプにおける発光管10内に、発光物質であるScI<sub>3</sub>（ヨウ化スカンジウム）およびNaI（ヨウ化ナトリウム）と、水銀代替物質であるInI<sub>3</sub>（ヨウ化インジウム）およびTlI（ヨウ化タリウム）と、始動補助ガスとしての希ガス（例えば1.4MPaのXeガス）が封入されているものである。この場合、第1のハロゲン化物は、ScI<sub>3</sub>（ヨウ化スカンジウム）、NaI（ヨウ化ナトリウム）となり、第2のハロゲン化物は、InI<sub>3</sub>（ヨウ化インジウム）、TlI（ヨウ化タリウム）となる。なお、第2のハロゲン化物は、比較的蒸気圧が高く、水銀の役割の代わりに担うものであればよいので、InI<sub>3</sub>（ヨウ化インジウム）等に代えて、例えば、Znのヨウ化物を用いても良い。

さらに、上記実施形態では、水銀蒸気圧が20MPa程度以上の場合（いわゆる超高圧水銀ランプの場合）について説明したが、水銀蒸気圧が1MPa程度の高圧水銀ランプに適用することを排除するものではない。つまり、超高圧水銀ランプおよび高圧水銀ランプを含む高圧放電ランプ全般に適用できるものである。また、上記実施形態のランプでは、封止部をシュリンク手法によって作製したが、ピンチング手法によって作製されたものを排除するものではない。

加えて、一対の電極12間の間隔（アーク長）は、ショートアーク型であってもよいし、それより長い間隔であってもよい。上記実施形態のランプは、交流点灯型および直流点灯型のいずれの点灯方式でも使用可能である。また、上記実施形態の構成は相互に採用することが可能である。

以上、本発明の好ましい例について説明したが、こうした記述は限定事項ではなく、勿論、種々の変形が可能である。

本発明の放電ランプによれば、封止部のうち金属棒が位置する部分の周囲に、少なくとも希ガスが封入されたキャビティを有しているので、低電圧で始動をすることができるとともに、箔劣化を抑制して寿命が短くなることを防止した放電ランプを提供することができる。

また、封止部における金属箔がその中央部分に切り抜き部を有しており、切り抜き部が位置する部分の周囲にキャビティが形成されているので、低電圧で始動をすることができるとともに、箔劣化を抑制して寿命が短くなることを防止した放電ランプを提供することができる。また、封止部のうち金属箔の中央部分の上にキャビティを形成することによっても、低電圧で始動をすることができるとともに、箔劣化を抑制することができる。

さらに、少なくとも一方の封止部における金属箔にコイルが巻き付けられており、コイルの周囲に、少なくとも希ガスが封入されたキャビティが存在しているので、低電圧で始動をすることができるとともに、箔劣化を抑制して寿命が短くなることを防止した放電ランプを提供することができる。また、少なくとも一方の封止部における金属箔の上にコイルを設けた構成にすることによっても、低電圧で始動可能であるとともに、箔劣化を抑制することができる放電ランプを提供することができる。

#### 産業上の利用可能性

本発明の放電ランプ及びその製造方法、並びにランプユニットは、液晶プロジェクタやDMDプロジェクタ等の画像投影装置の光源に使用する場合に有用であり、本発明は、特に放電ランプの封止部における金属箔の劣化を抑制して、放電ランプの寿命が短くなることを防止するとともに、低電圧で始動できる点で産業上の利用可能性は高い。

## 請求の範囲

1. 発光物質が封入された管内に一对の電極が対向して配置された発光管と、  
前記発光管の両端に形成され、且つ、前記一对の電極のそれぞれに電氣的に接続された金属箔が封止された封止部とを備え、  
少なくとも一方の前記封止部の外周には、アンテナが設けられており、  
前記少なくとも一方の封止部には、内部に少なくとも希ガスが封入されたキャビティが形成されており  
前記キャビティには、前記アンテナと当該金属箔の外縁との間の放電を防止するために、前記金属箔に設けられ又は当該金属箔に電氣的に接続された放電誘発部が露出している、放電ランプ。
2. 発光物質が封入された管内に一对の電極が対向して配置された発光管と、  
前記発光管の両端に形成され、且つ、前記一对の電極のそれぞれに電氣的に接続された金属箔構造体が封止された封止部とを備え、  
少なくとも一方の前記金属箔構造体は、第1の金属箔部と第2の金属箔部と両者を連結する金属棒とから構成されており、  
前記少なくとも一方の封止部は、当該封止部のうち前記金属棒が位置する部分の周囲に、キャビティを有しており、  
前記キャビティの内部には、少なくとも希ガスが封入されている、放電ランプ。
3. 前記第1の金属箔部および前記第2の金属箔部は、モリブデンから構成されており、  
前記金属棒は、トリウムタングステン、タングステンおよびモリブデンからなる群から選択された材料から構成されている、請求項2に記載の放電ランプ。
4. 前記金属棒の少なくとも一部は、前記キャビティに露出しており、  
前記第1の金属箔部および前記第2の金属箔部は、前記封止部を構成するガラスによって覆われており、且つ、前記キャビティに露出していない、請求項2に記載の放電ランプ。
5. 発光物質が封入された管内に一对の電極が対向して配置された発光管と、  
前記発光管の両端に形成され、且つ、前記一对の電極のそれぞれに電氣的に接

続された金属箔構造体が封止された封止部とを備え、

少なくとも一方の前記金属箔構造体は、第 1 の金属箔部と第 2 の金属箔部と両者を連結する金属棒とから構成されており、

当該少なくとも一方の金属箔構造体を封止する封止部は、当該封止部のうち前記金属棒が位置する部分の周囲に、キャビティを有しており、

前記キャビティの内部には、少なくとも希ガスが封入されており、

前記金属棒には、コイルが巻かれており、

前記コイルの少なくとも一部は、前記キャビティ内に露出している、放電ランプ。

6. 前記コイルは、トリウムタングステンまたはタングステンから構成されている、請求項 5 に記載の放電ランプ。

7. 前記コイルの一部が、前記金属棒の一部に溶接によって接続されており、前記コイルの残部は、前記金属棒の表面から離間して前記金属棒の周囲に巻かれている、請求項 5 または 6 に記載の放電ランプ。

8. 発光物質が封入された管内に一对の電極が対向して配置された発光管と、前記発光管の両端に形成され、且つ、前記一对の電極のそれぞれに電氣的に接続された金属箔が封止された封止部とを備え、

少なくとも一方の前記封止部における前記金属箔は、その中央部分に切り抜き部を有しており、

前記少なくとも一方の封止部は、当該封止部のうち前記切り抜き部が位置する部分の周囲に、キャビティを有しており、

前記キャビティの内部には、少なくとも希ガスが封入されている、放電ランプ。

9. 前記切り抜き部を有する前記金属箔の外縁は、前記封止部を構成するガラスによって覆われており、且つ、前記キャビティに露出していない、請求項 8 に記載の放電ランプ。

10. 前記金属箔が有する前記切り抜き部の輪郭を規定するエッジは、前記キャビティに露出しており、

前記エッジは、当該金属箔の外縁と接していない、請求項 8 または 9 に記載の放電ランプ。



1 1. 発光物質が封入された管内に一对の電極が対向して配置された発光管と、前記発光管の両端に形成され、且つ、前記一对の電極のそれぞれに電氣的に接続された金属箔が封止された封止部とを備え、

少なくとも一方の前記封止部は、当該封止部のうち前記金属箔の中央部分の上に、キャビティを有しており、

前記キャビティの内部には、少なくとも希ガスが封入されており、

前記キャビティを有する封止部において、前記金属箔の外縁は、前記封止部を構成するガラスによって覆われており、且つ、前記キャビティに露出していない、放電ランプ。

1 2. 発光物質が封入された管内に一对の電極が対向して配置された発光管と、前記発光管の両端に形成され、且つ、前記一对の電極のそれぞれに電氣的に接続された金属箔が封止された封止部とを備え、

少なくとも一方の前記封止部における前記金属箔には、コイルが巻き付けられており、

当該封止部における前記コイルの周囲には、少なくとも希ガスが封入されたキャビティが存在している、放電ランプ。

1 3. 前記少なくとも一方の前記封止部における前記金属箔の長辺は、前記コイルによって半分以下覆われている、請求項 1 2 に記載の放電ランプ。

1 4. 発光物質が封入された管内に一对の電極が対向して配置された発光管と、前記発光管の両端に形成され、且つ、前記一对の電極のそれぞれに電氣的に接続された金属箔が封止された封止部とを備え、

少なくとも一方の前記封止部における前記金属箔の上には、コイルが設けられており、

当該封止部のうち、前記コイルが設けられた部分の周囲には、少なくとも希ガスが封入されたキャビティが存在している、放電ランプ。

1 5. 前記コイルは、前記金属箔の面内に配置されており、そして、溶接によって前記金属箔に接続されている、請求項 1 4 に記載の放電ランプ。

1 6. 前記コイルは、トリウムタングステンから構成されている、請求項 1 2 から 1 5 の何れか一つに記載の放電ランプ。

17. 発光物質が封入された管内に一对の電極が対向して配置された発光管と、前記発光管の両端に形成され、且つ、前記一对の電極のそれぞれに電氣的に接続された金属箔が封止された封止部とを備え、

少なくとも一方の前記封止部における前記金属箔は、前記発光管側から見たときに当該金属箔の上面および下面が当該金属箔の端面の上下から現れるように波打った波打ち部分を有しており、

当該封止部における前記波打ち部の周囲には、少なくとも希ガスが封入されたキャビティが存在している、放電ランプ。

18. 前記放電ランプは、前記発光管の内容積に対して  $150 \text{ mg} / \text{cm}^3$  以上の水銀が前記発光物質として封入された高圧水銀ランプである、請求項1から17の何れか一つに記載の放電ランプ。

19. 前記キャビティが位置する封止部の外周には、アンテナが設けられている、請求項1から18の何れか一つに記載の放電ランプ。

20. 請求項1から19の何れか一つに記載の放電ランプと、前記放電ランプから発する光を反射する反射鏡とを備えたランプユニット。

21. 金属箔構造体と、前記金属箔構造体に接続された電極と、前記電極が接続された側とは反対側の前記金属箔構造体に接続された外部リードとを有する電極組立体であって、前記金属箔構造体は、第1の金属箔部と第2の金属箔部と両者を連結する金属棒とから構成されており、前記電極は前記第1の金属箔部に接続されており、前記外部リードは前記第2の金属箔部に接続されている、電極組立体を用意する工程(a)と、

発光管部と、前記発光管部から延びた側管部とを有する放電ランプ用パイプにおける前記発光管部内に前記電極の先端が位置するように、前記パイプの前記側管部に前記電極組立体を挿入する工程(b)と、

前記工程(b)の後、前記放電ランプ用パイプ内を減圧状態にし、前記側管部を加熱軟化させることによって、前記側管部と前記金属箔構造体とを密着させる工程(c)と

を包含し、

前記工程(c)は、

前記側管部のうちの前記第 1 の金属箔部に対応する部分と、当該第 1 の金属箔部とを密着させる工程 (c-1) と、

前記側管部のうちの前記第 2 の金属箔部に対応する部分と、当該第 2 の金属箔部とを密着させる工程 (c-2) と、

前記工程 (c-1) と (c-2) とによって、前記側管部のうちの前記金属棒の周囲に、キャビティを形成する工程と

を含む、放電ランプの製造方法。

22. 前記工程 (a) で用意する前記電極組立体の前記金属棒には、コイルが巻かれている、請求項 21 に記載の放電ランプの製造方法。

23. 前記コイルの一部が、前記金属棒の一部に溶接により接続されており、前記コイルの残部は、前記金属棒の表面から離間して前記金属棒の周囲に巻かれている、請求項 22 に記載の放電ランプの製造方法。

24. 金属箔と、前記金属箔に接続された電極と、前記電極が接続された側とは反対側の前記金属箔に接続された外部リードとを有する電極組立体を用意する工程 (r) と、

発光管部と、前記発光管部から延びた側管部とを有する放電ランプ用パイプにおける前記発光管部内に前記電極の先端が位置するように、前記パイプの前記側管部に前記電極組立体を挿入する工程 (s) と、

前記工程 (s) の後、前記放電ランプ用パイプ内を減圧状態にし、前記側管部を加熱軟化させることによって、前記側管部と前記金属箔とを密着させる工程 (t) と

を包含し、

前記工程 (t) は、

前記側管部のうちの前記発光管部側の部分と、前記電極側に位置する部分の前記金属箔とを密着させる工程 (t-1) と、

前記側管部のうちの前記発光管部側と反対側の部分と、前記外部リード側に位置する部分の前記金属箔とを密着させる工程 (t-2) と、

前記電極側に位置する部分と前記外部リード側に位置する部分との間に位置している部分の前記金属箔の外縁と、当該外縁に対応する部分の前記側管部と

を密着させ、それによって、前記金属箔の中央部分にキャビティを形成する工程（ $t-3$ ）と

を含む、放電ランプの製造方法。

25. 前記工程（ $t-3$ ）において、前記金属箔の外縁と前記側管部とは、レーザー照射によって密着される、請求項24に記載の放電ランプの製造方法。

26. 前記工程（ $t-3$ ）は、前記工程（ $t-1$ ）または前記工程（ $t-2$ ）のいずれかと同時に実行される、請求項24または25に記載の放電ランプの製造方法。

27. 前記工程（ $r$ ）で用意される前記電極組立体の前記金属箔は、前記電極側に位置する部分と前記外部リード側に位置する部分との間に位置している部分に、切り抜き部を有しており、

前記切り抜き部の輪郭を規定するエッジは、当該金属箔の外縁と接していない、請求項24から26の何れか一つに記載の放電ランプの製造方法。

28. 発光管部と、前記発光管部から延びた側管部とを有する放電ランプ用パイプを用意する工程（ $w$ ）と、

前記側管部にコイルまたは金属筒を挿入する工程（ $x$ ）と、

金属箔と、前記金属箔に接続された電極と、前記電極が接続された側とは反対側の前記金属箔に接続された外部リードとを有する電極組立体を、前記発光管部内に前記電極の先端が位置するように、前記側管部に挿入する工程（ $y$ ）と、

前記工程（ $x$ ）および（ $y$ ）の後、前記放電ランプ用パイプ内を減圧状態にし、前記側管部を加熱軟化させることによって、前記コイルまたは金属筒を介して、前記側管部と前記金属箔とを密着させる工程（ $z$ ）とを包含する、放電ランプの製造方法。

29. 前記工程（ $w$ ）における前記放電ランプ用パイプの前記側管部の内面のうちの前記発光管部寄りの部位に、前記コイルまたは金属筒を位置を決める凸部を形成する工程をさらに包含し、

前記工程（ $x$ ）を実行した後、前記工程（ $y$ ）を実行する、請求項28に記載の放電ランプの製造方法。

30. 箔上にコイルが設けられた金属箔と、前記金属箔に接続された電極と、

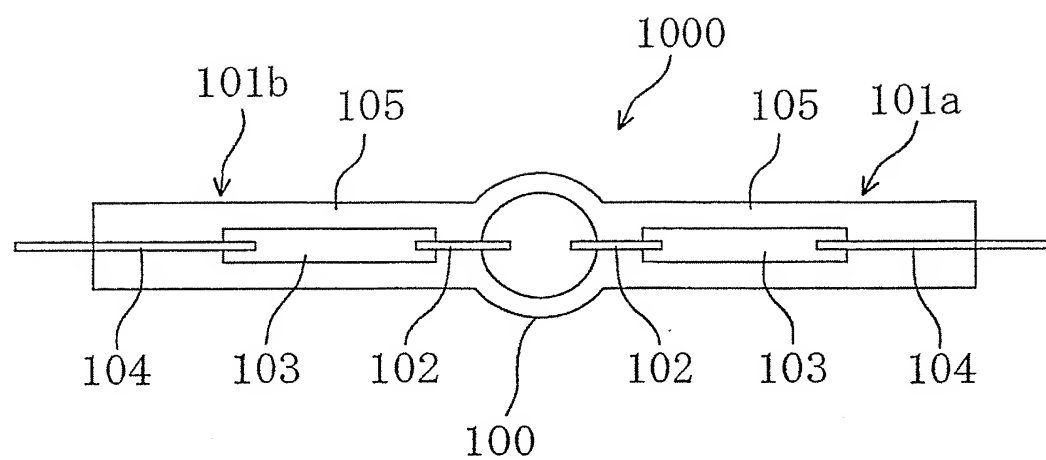
前記電極が接続された側とは反対側の前記金属箔に接続された外部リードとを有する電極組立体を用意する工程（ $\alpha$ ）と、

発光管部と、前記発光管部から延びた側管部とを有する放電ランプ用パイプにおける前記発光管部内に前記電極の先端が位置するように、前記パイプの前記側管部に前記電極組立体を挿入する工程（ $\beta$ ）と、

前記工程（ $\beta$ ）の後、前記放電ランプ用パイプ内を減圧状態にし、前記側管部を加熱軟化させることによって、前記コイルを介して、前記側管部と前記金属箔とを密着させる工程（ $\gamma$ ）とを包含する、放電ランプの製造方法。

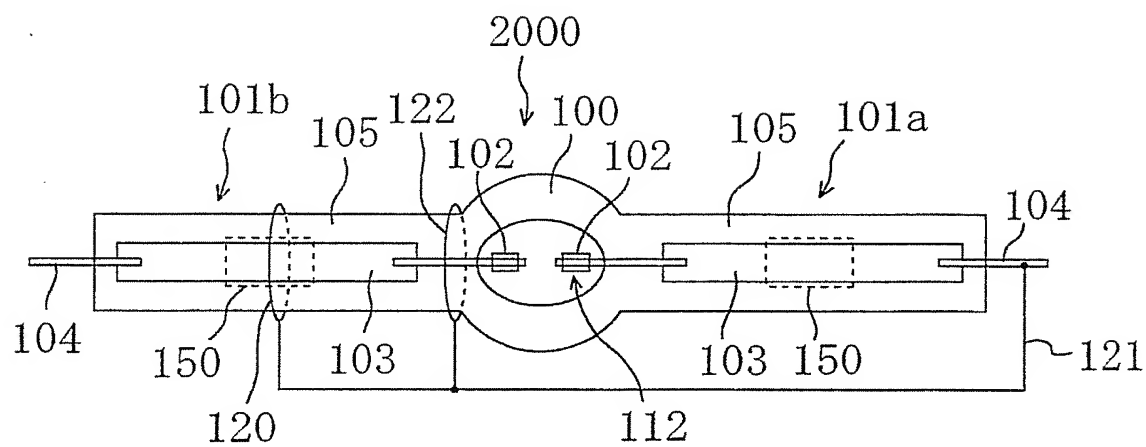
1/37

FIG. 1



2/37

FIG. 2



3/37

FIG. 3 (a)

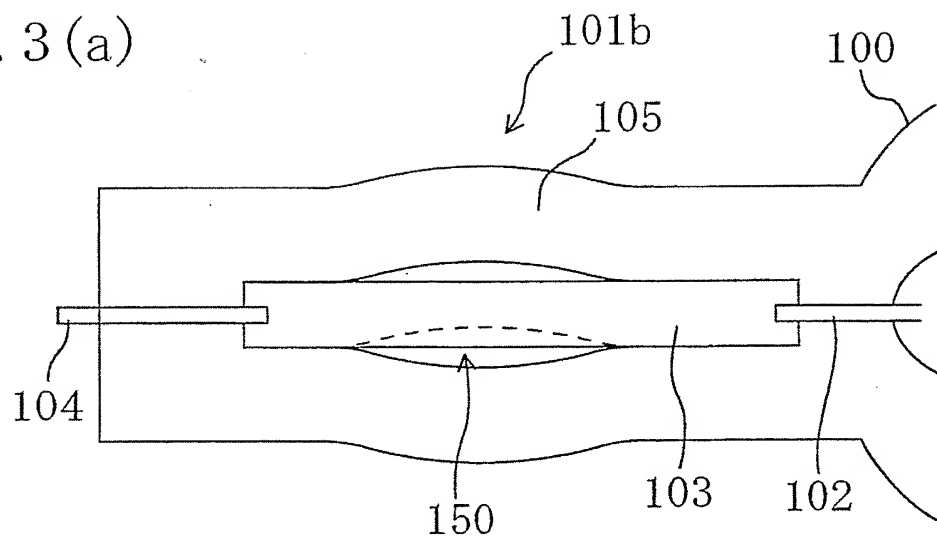
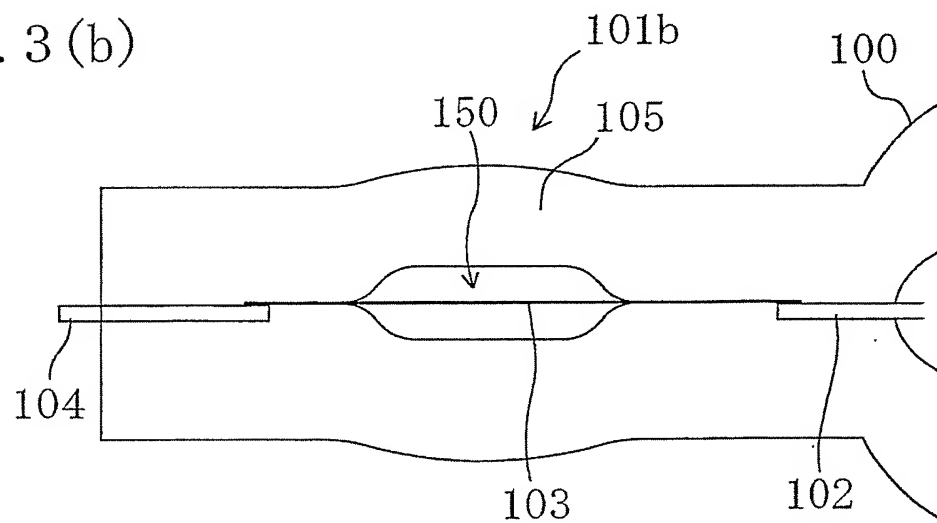


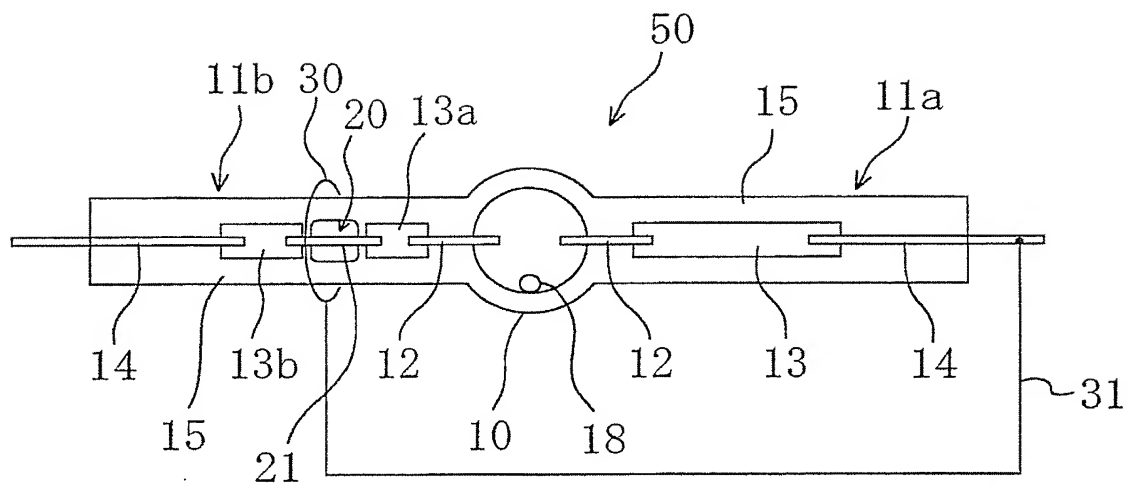
FIG. 3 (b)





4/37

FIG. 4



5/37

FIG. 5 (a)

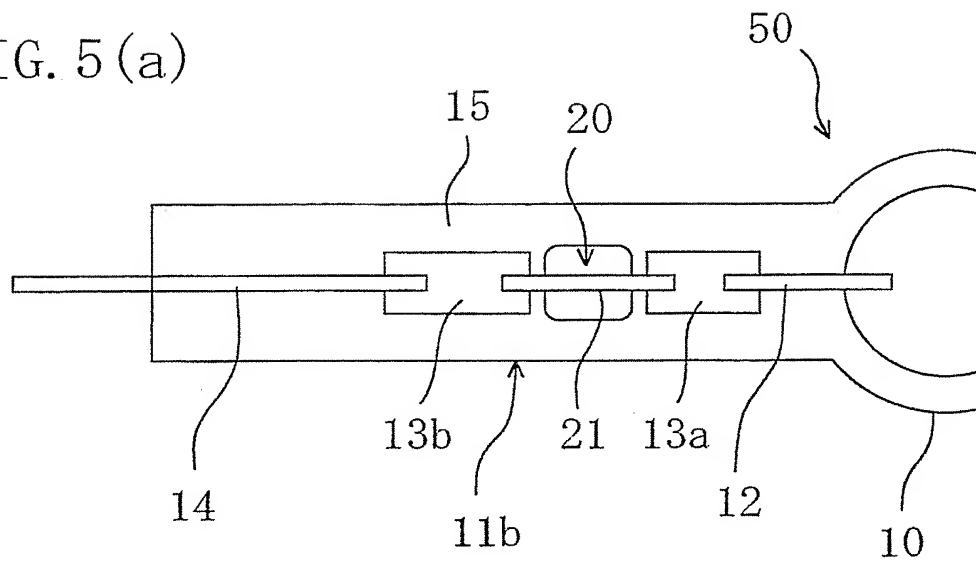
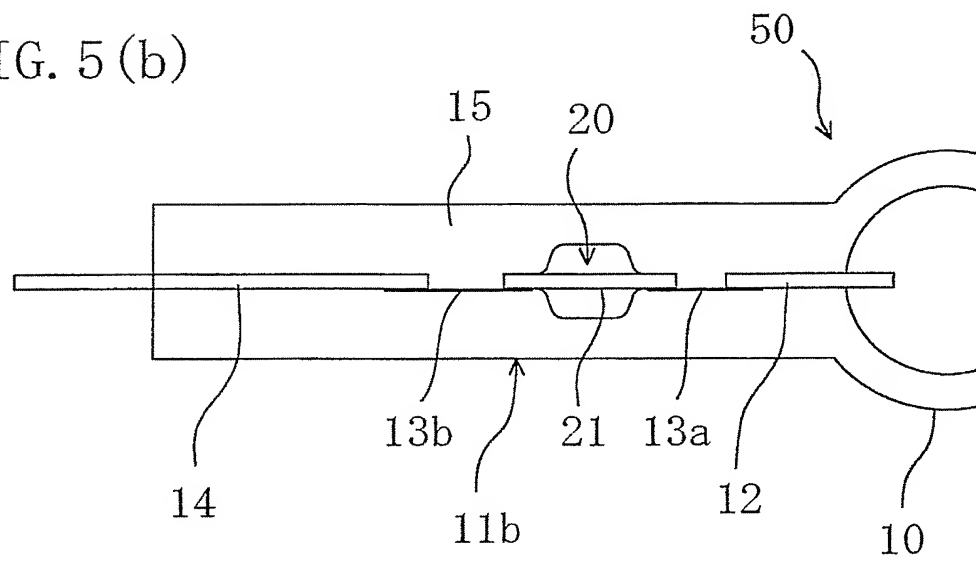
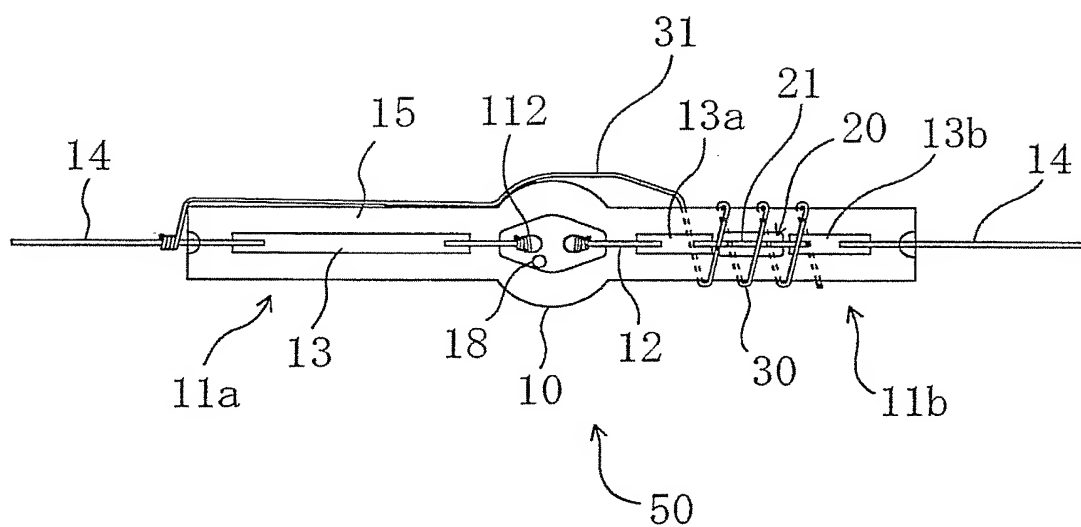


FIG. 5 (b)



6/37

FIG. 6



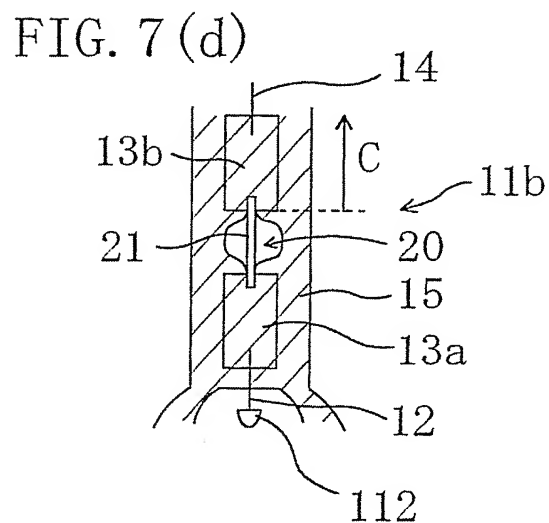
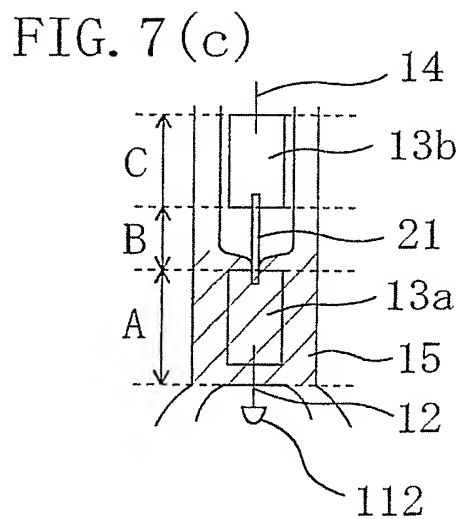
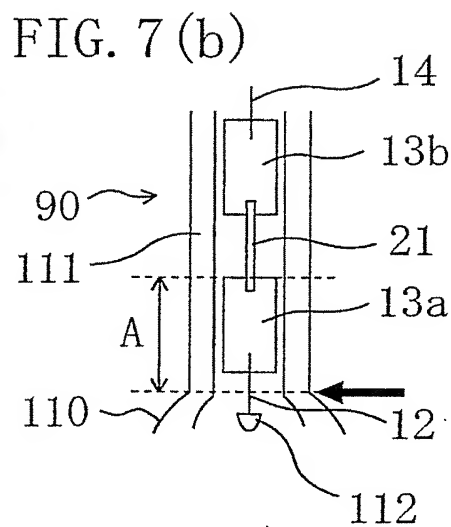
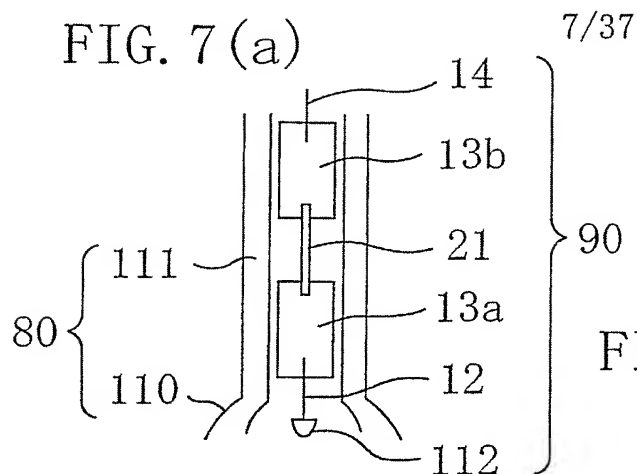


FIG. 8(a)

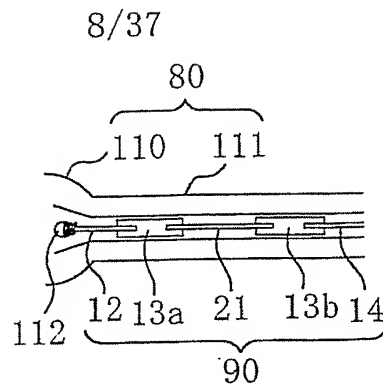


FIG. 8(b)

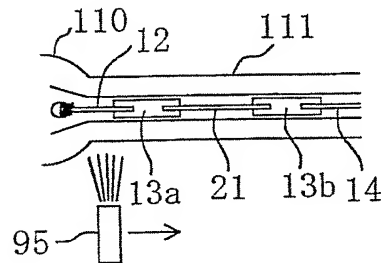


FIG. 8(c)

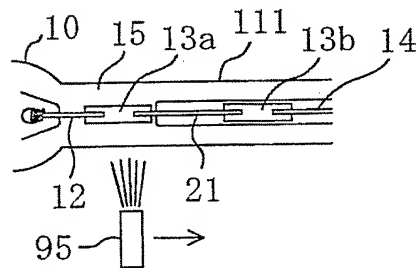


FIG. 8(d)

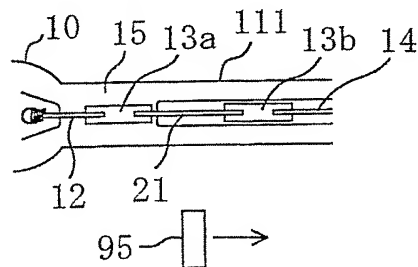
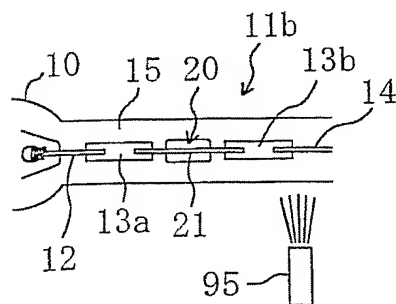


FIG. 8(e)



9/37

FIG. 9(a)

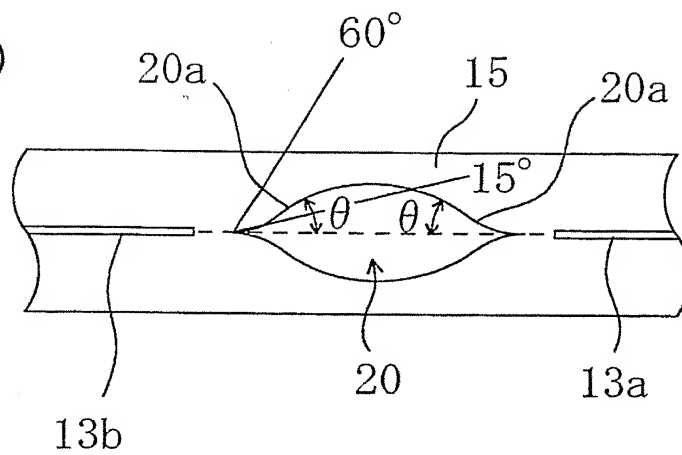
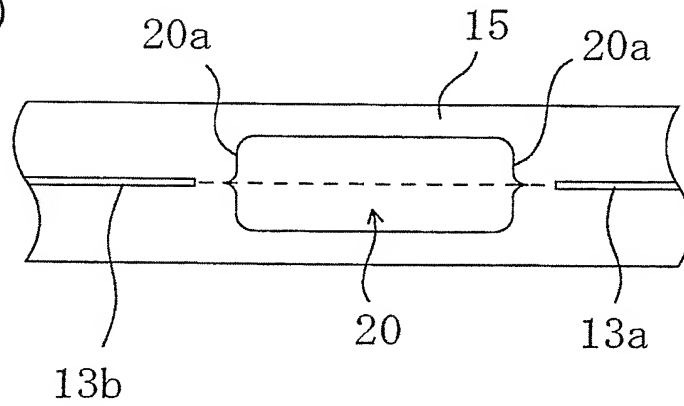


FIG. 9(b)



10/37

FIG. 10

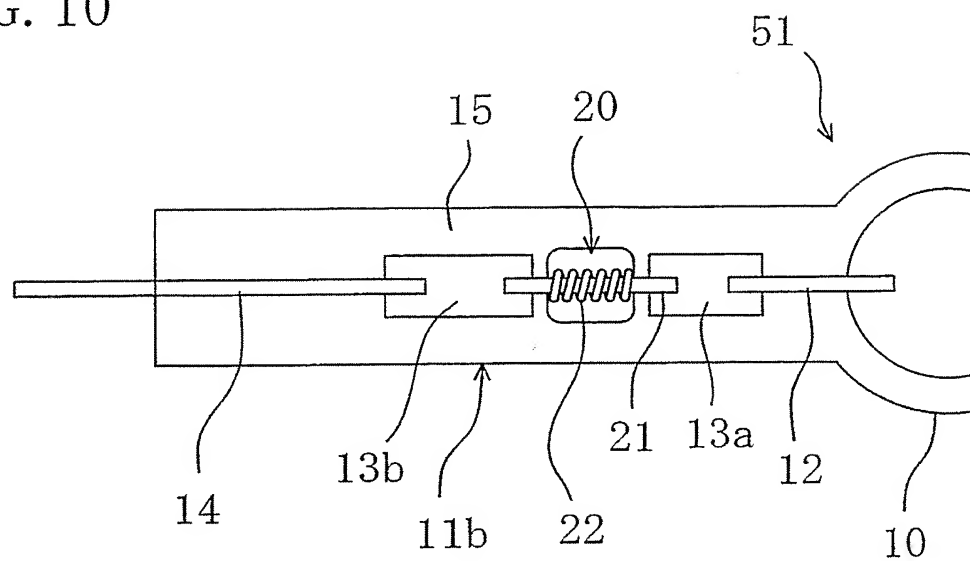
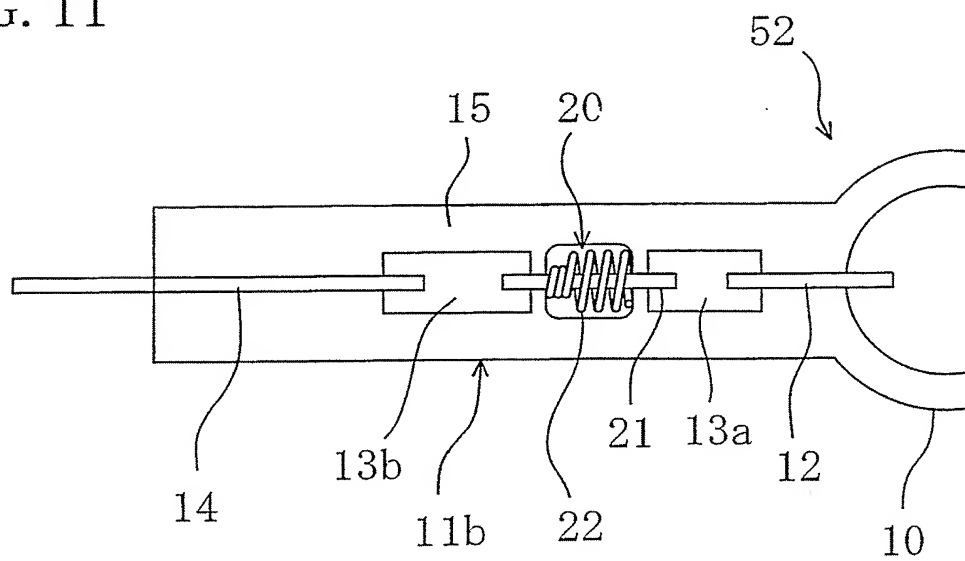


FIG. 11



11/37

FIG. 12(a)

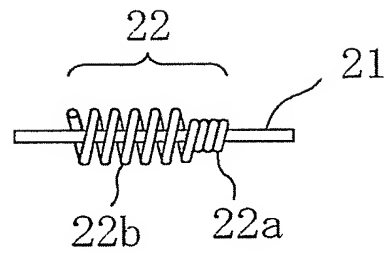


FIG. 12(b)

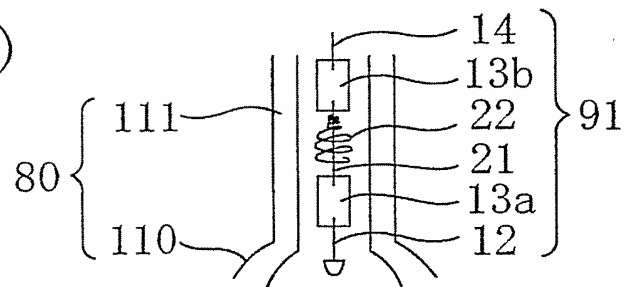


FIG. 12(c)

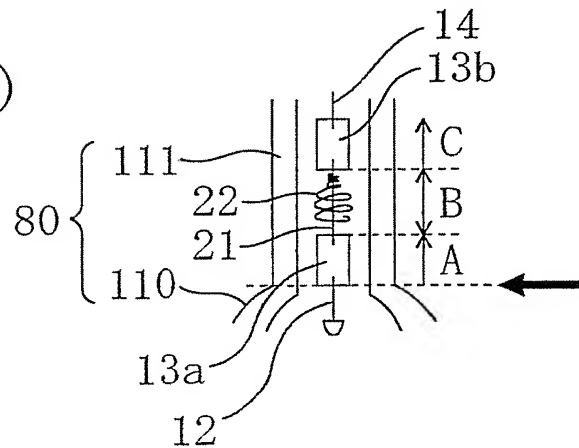




FIG. 13 (a)

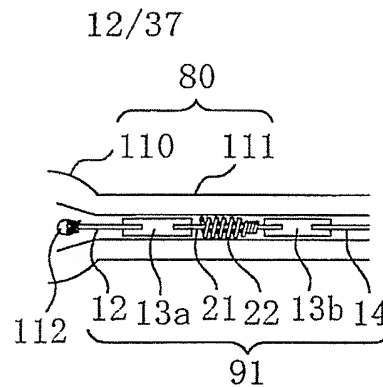


FIG. 13 (b)

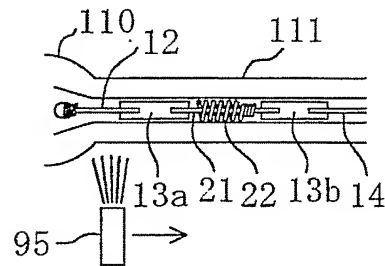


FIG. 13 (c)

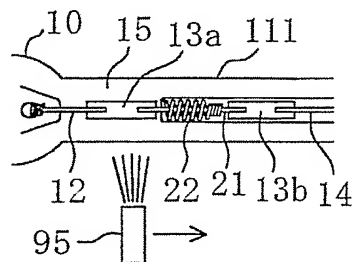


FIG. 13 (d)

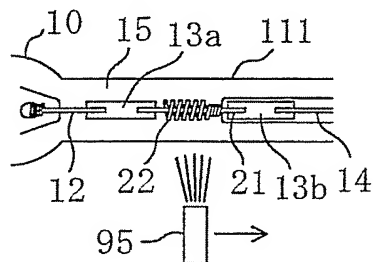
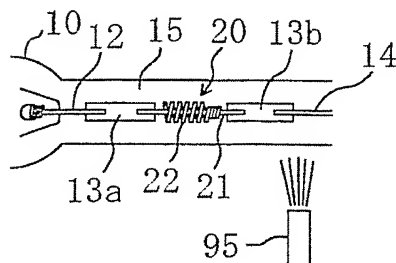
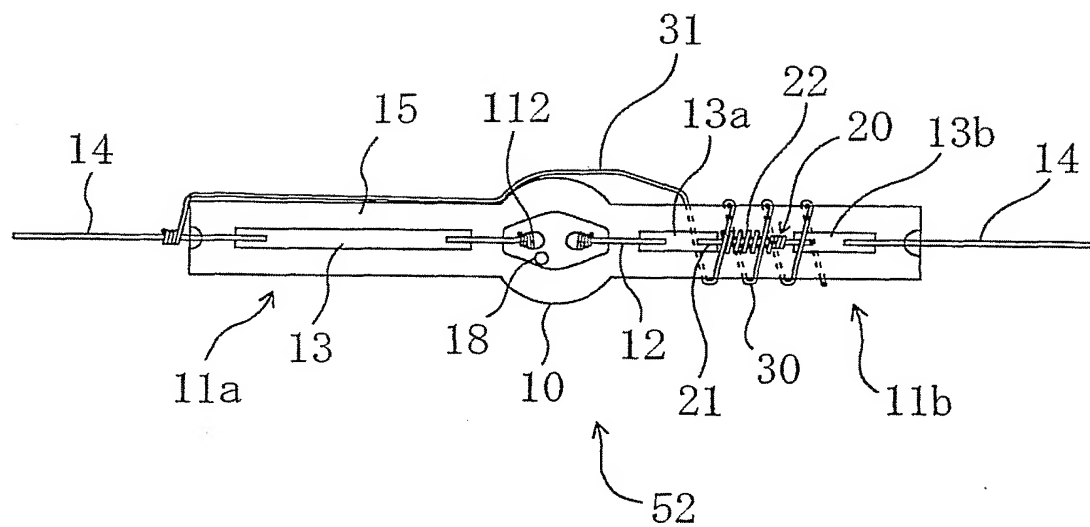


FIG. 13 (e)



13/37

FIG. 14



14/37

FIG. 15(a)

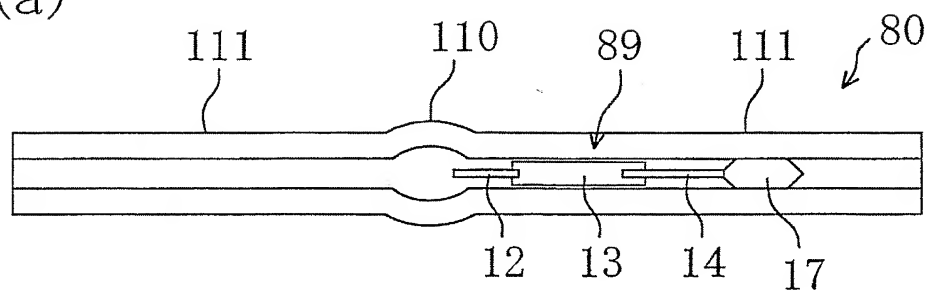


FIG. 15(b)

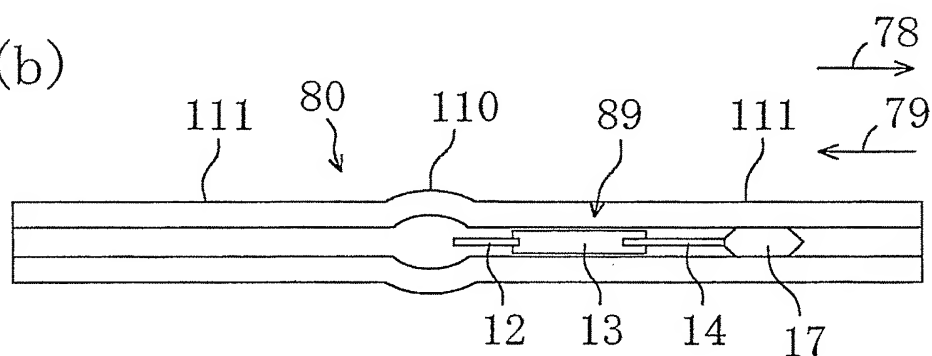


FIG. 15(c)

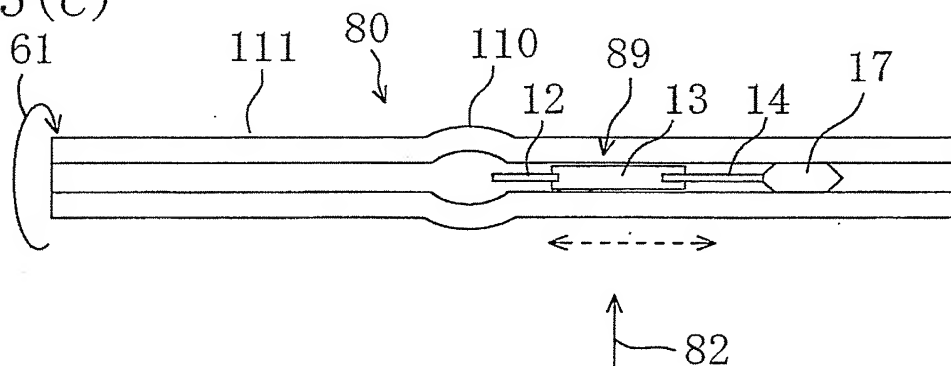
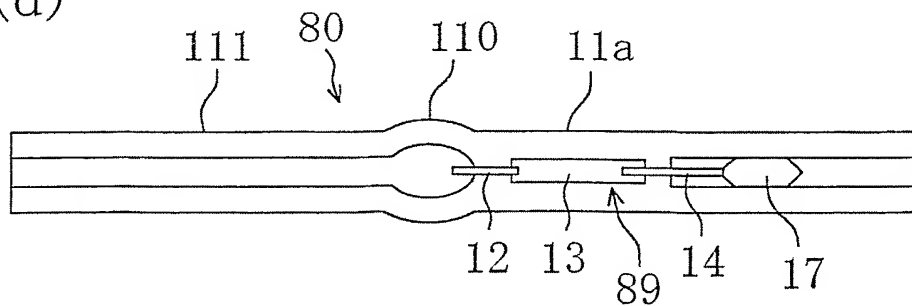
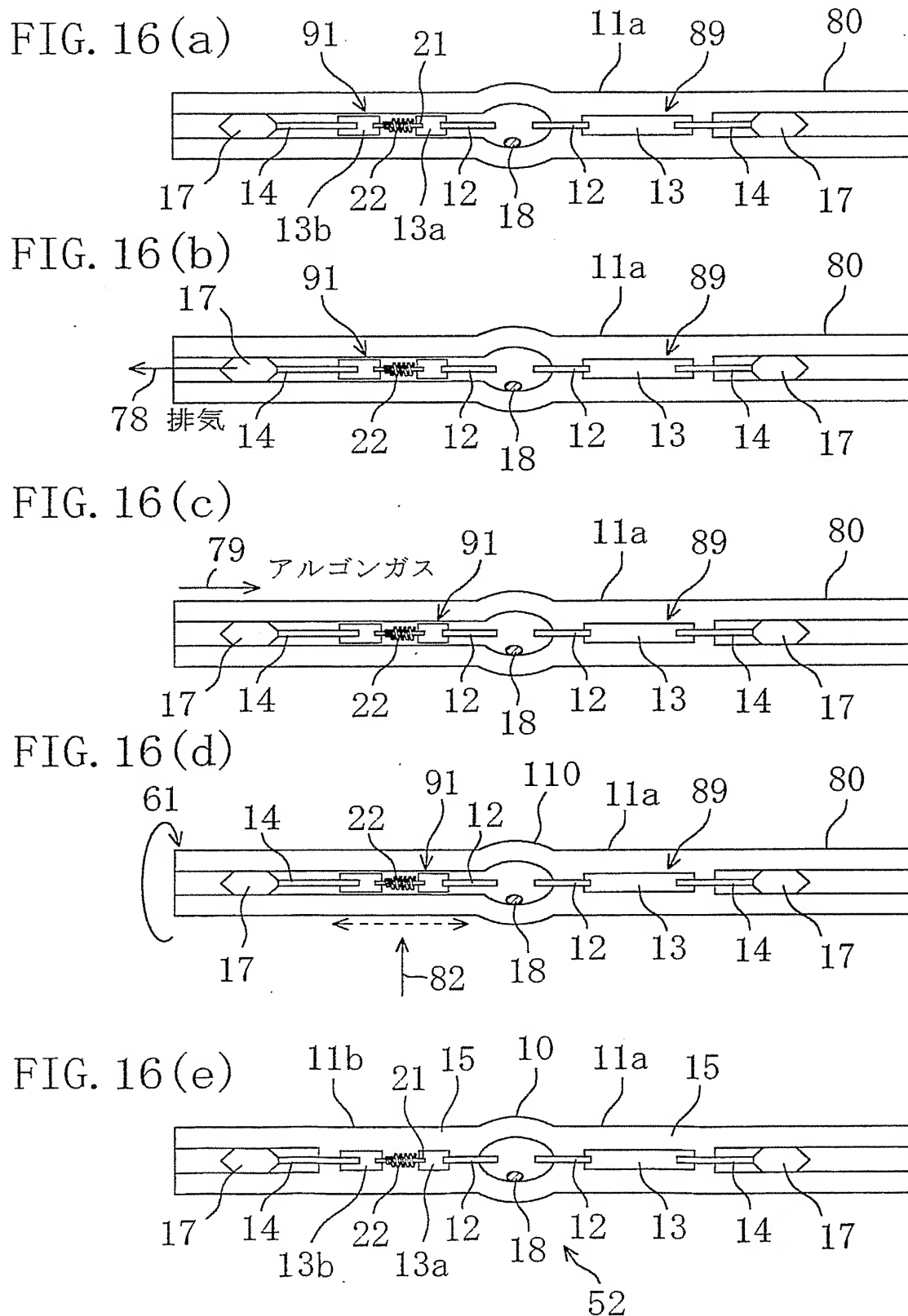


FIG. 15(d)

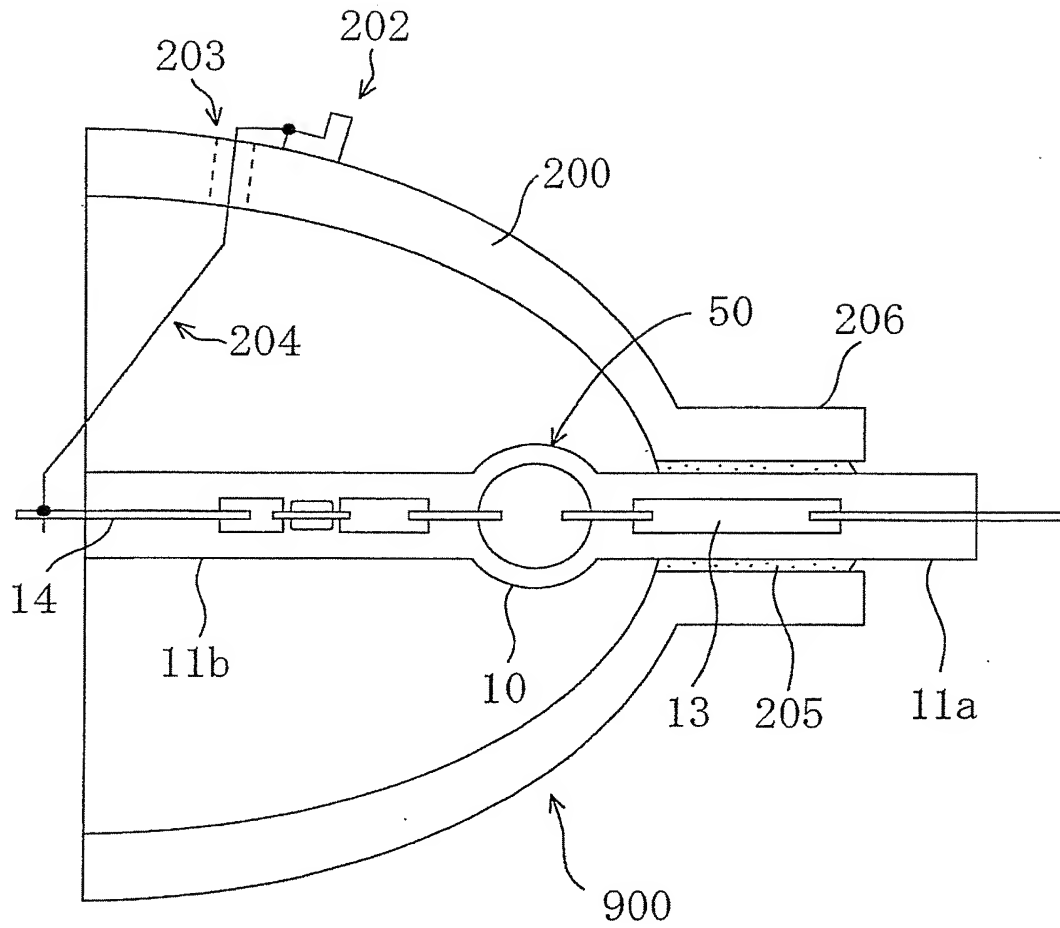


15/37



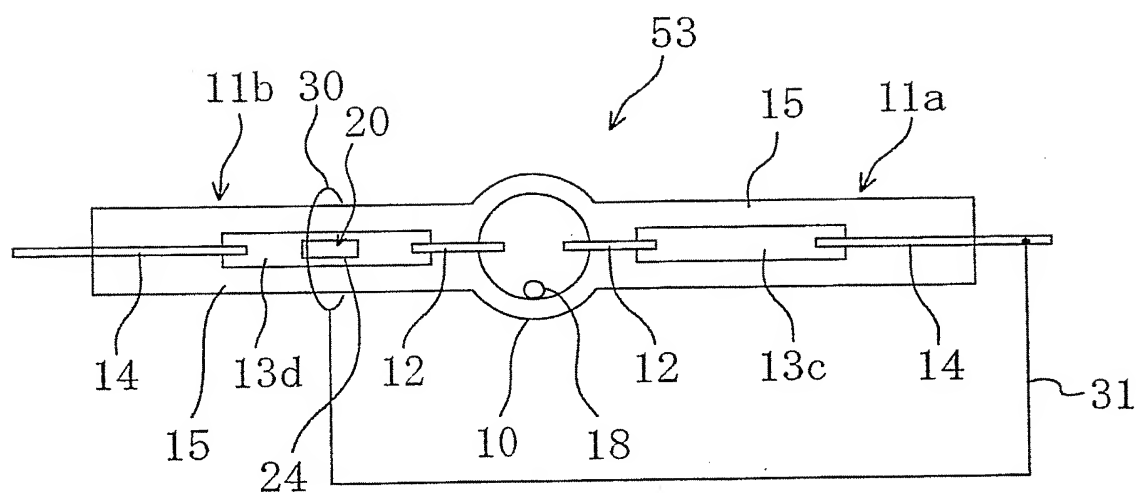
16/37

FIG. 17



17/37

FIG. 18



18/37

FIG. 19(a)

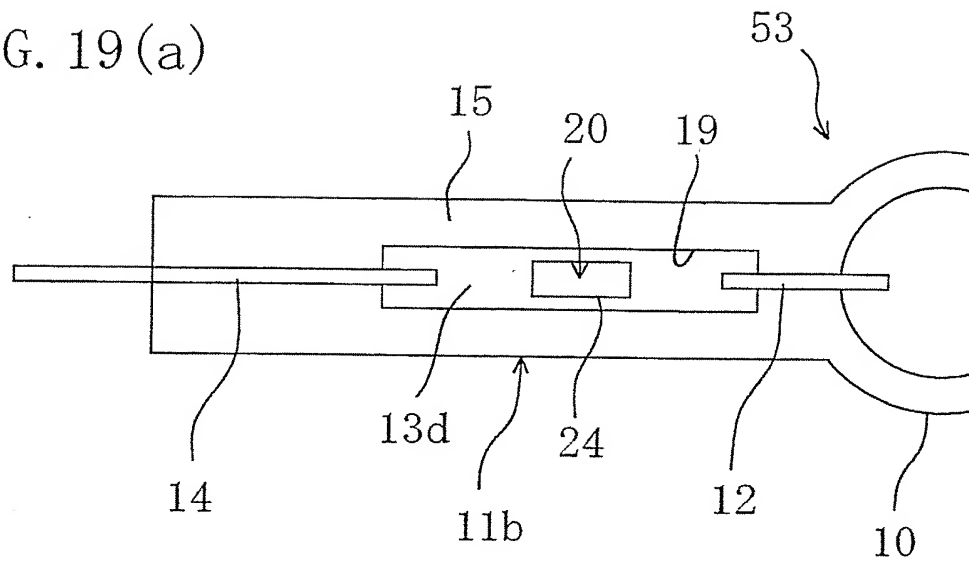
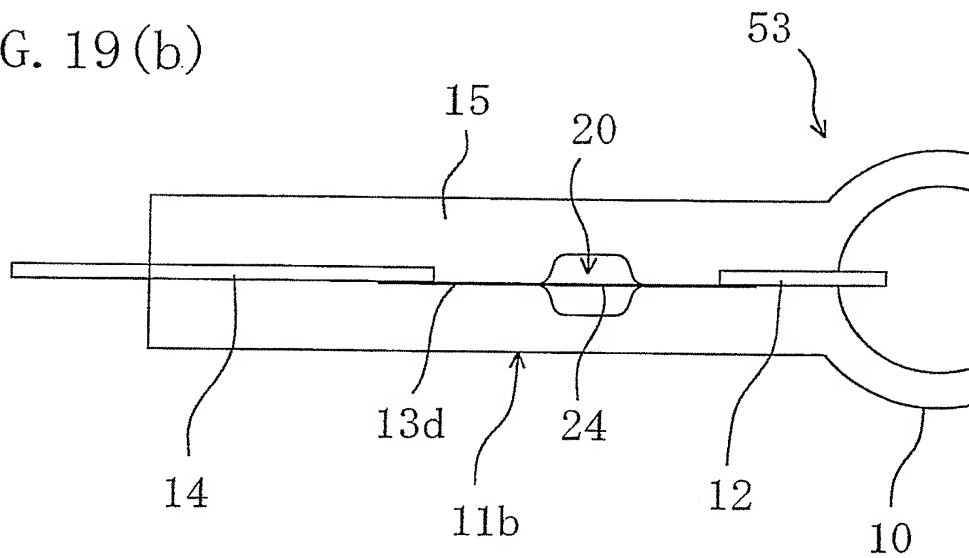
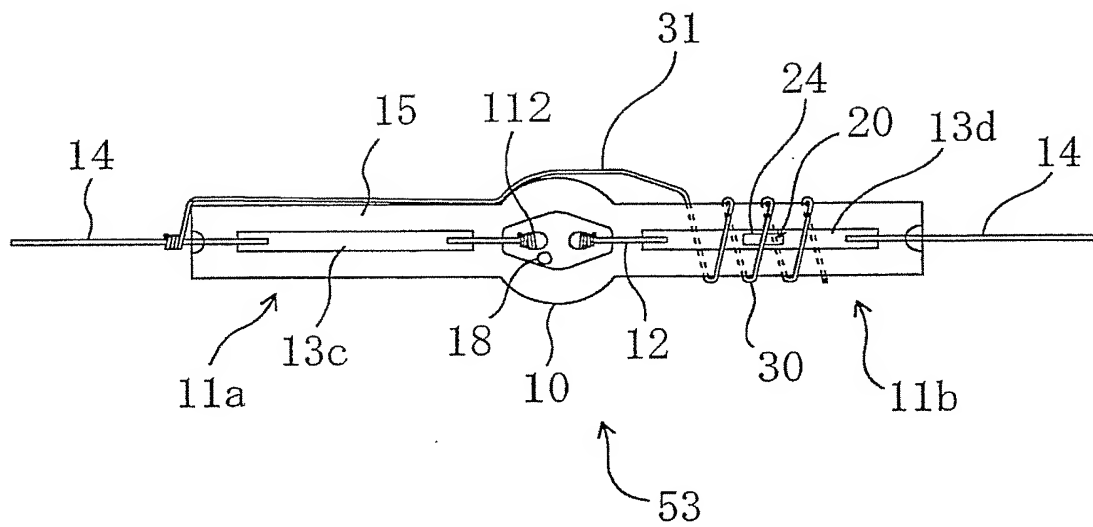


FIG. 19(b)



19/37

FIG. 20





20/37

FIG. 21 (a)

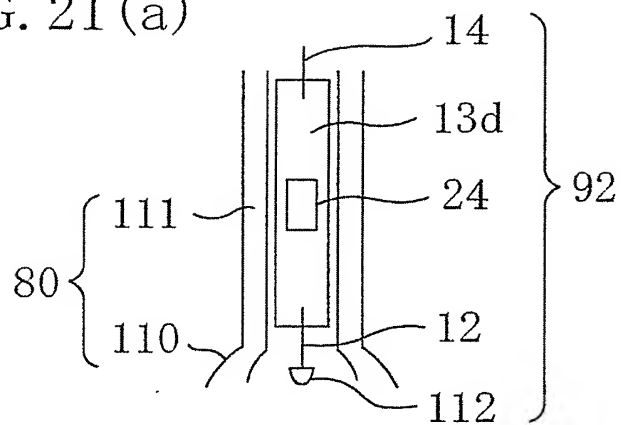
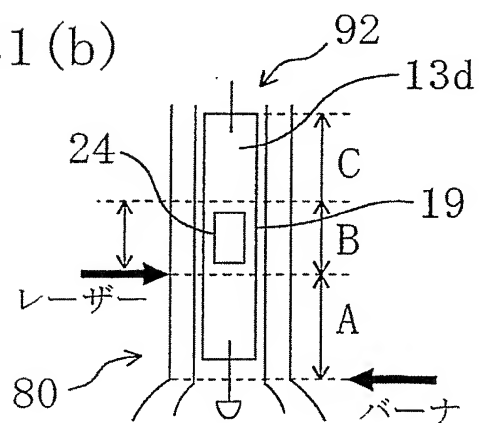
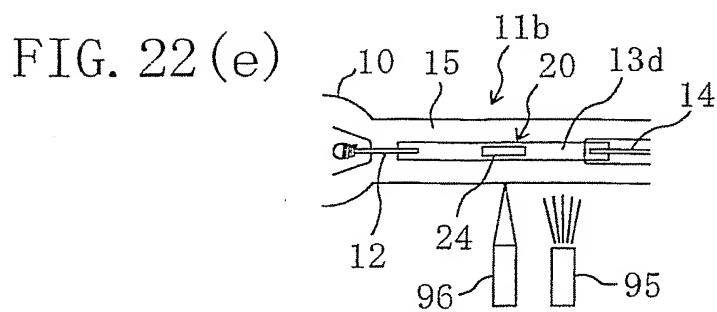
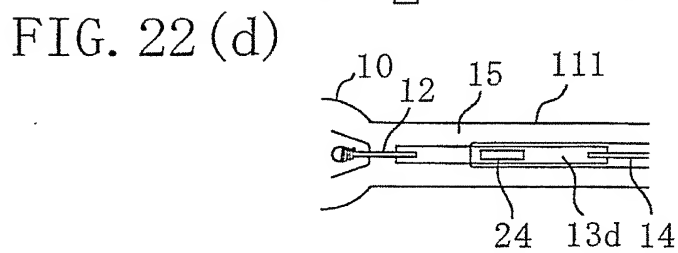
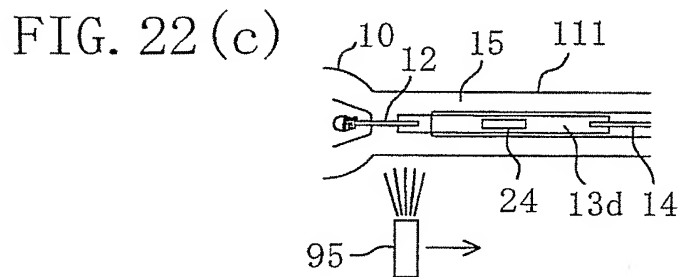
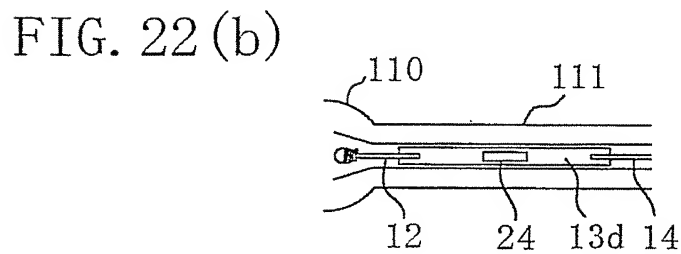
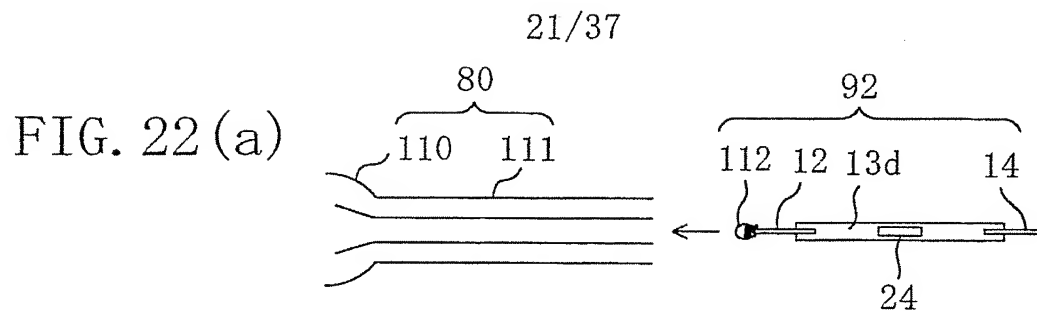


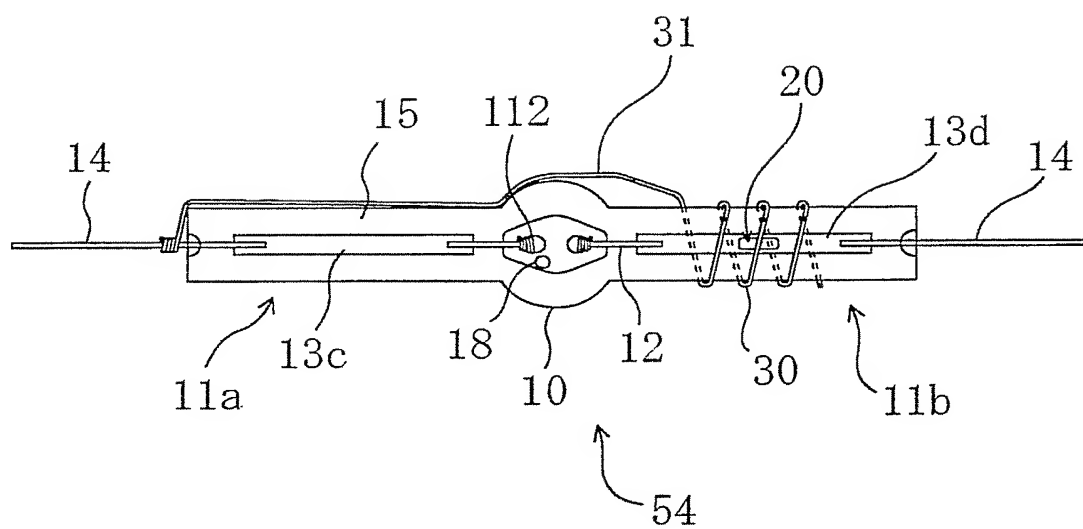
FIG. 21 (b)





22/37

FIG. 23



23/37

FIG. 24(a)

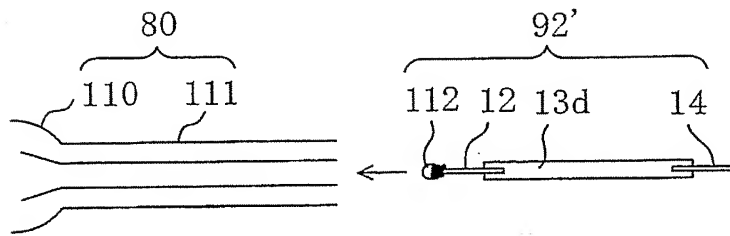


FIG. 24(b)

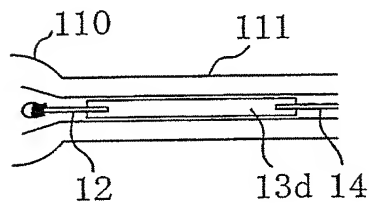


FIG. 24(c)

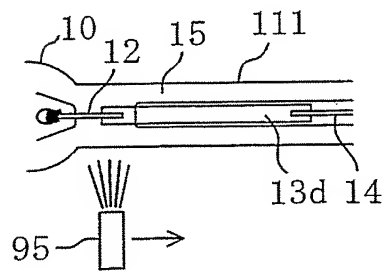


FIG. 24(d)

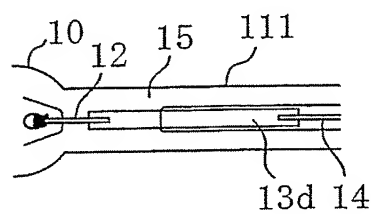
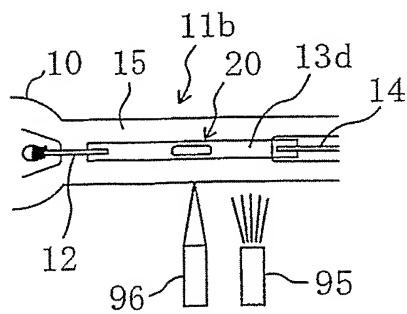


FIG. 24(e)



24/37

FIG. 25(a)

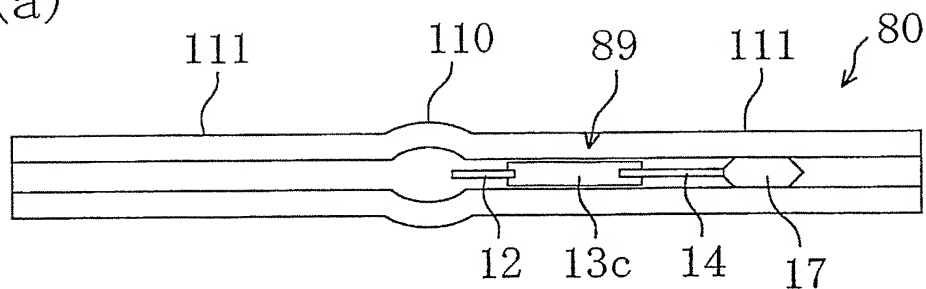


FIG. 25(b)

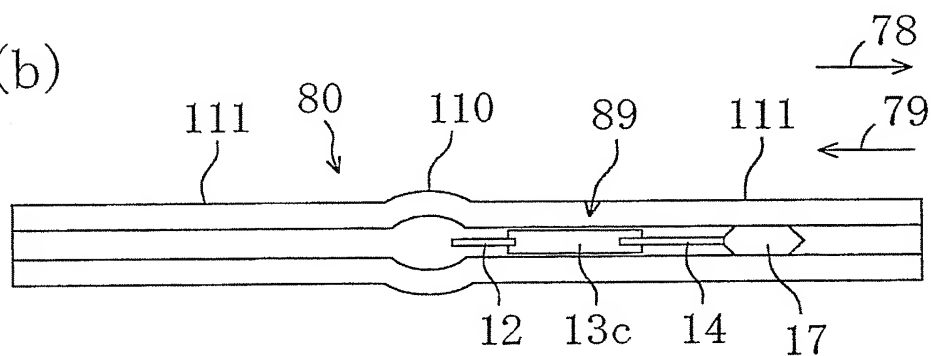


FIG. 25(c)

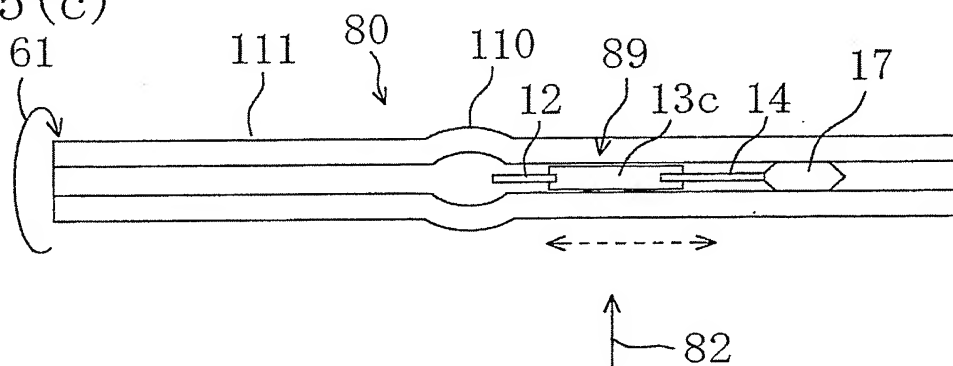
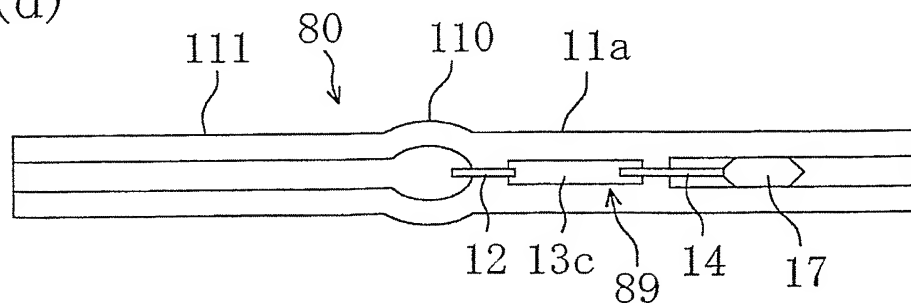
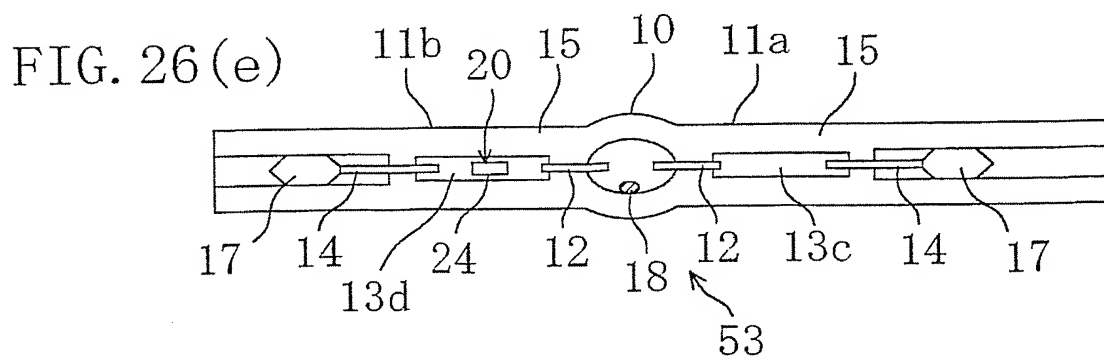
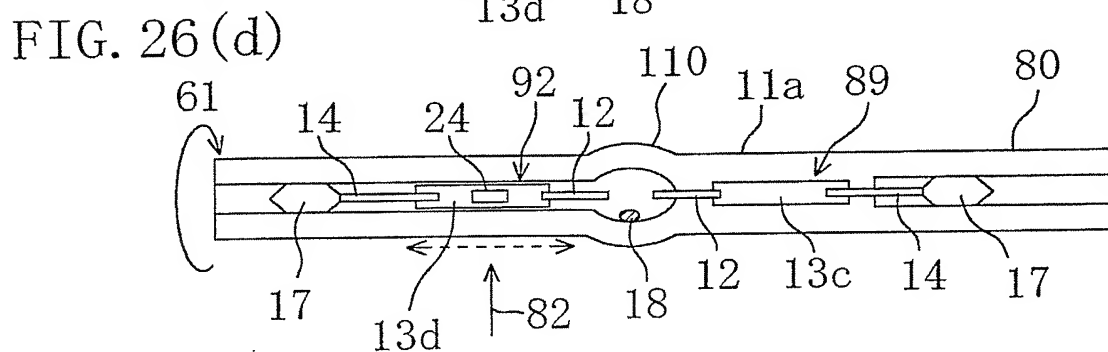
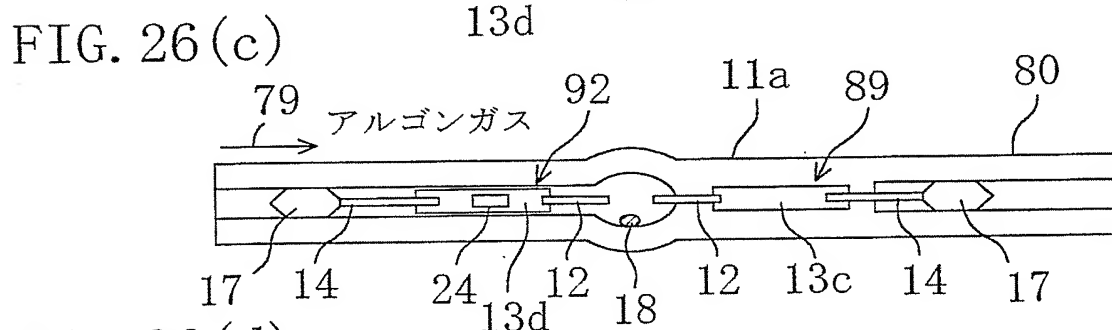
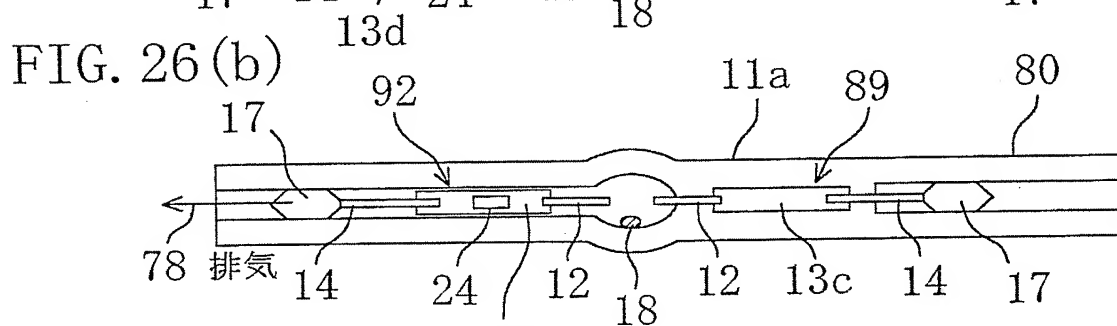
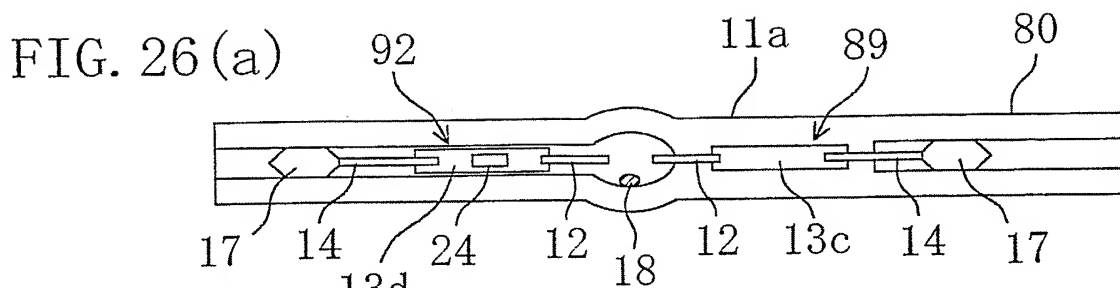


FIG. 25(d)

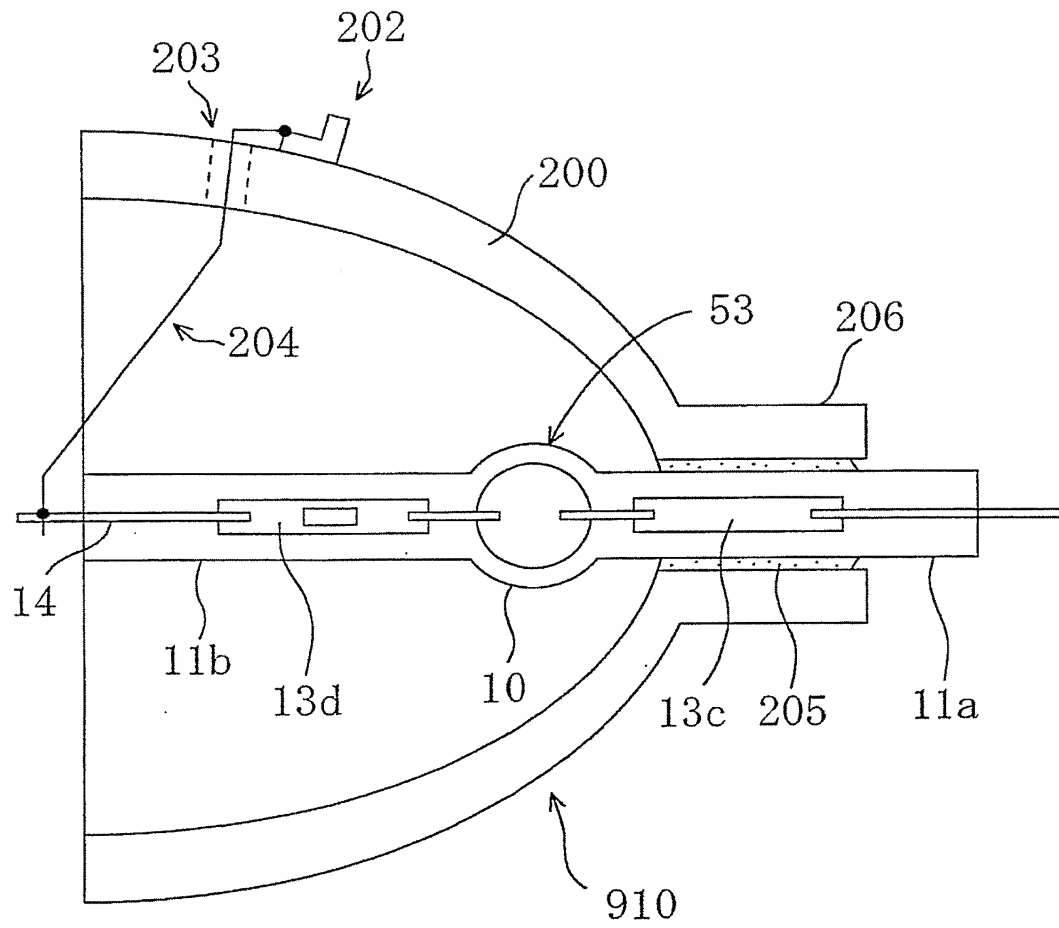


25/37



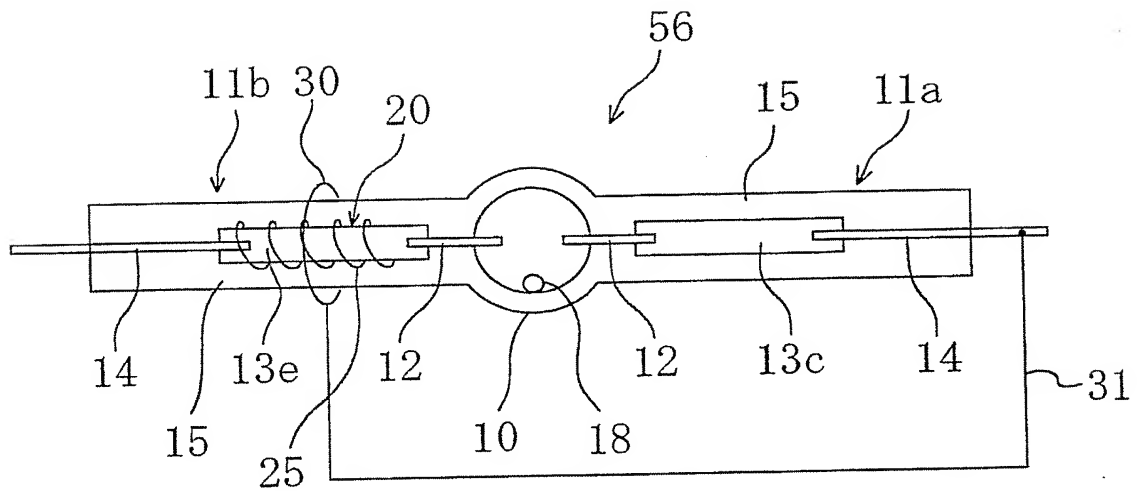
26/37

FIG. 27



27/37

FIG. 28





28/37

FIG. 29 (a)

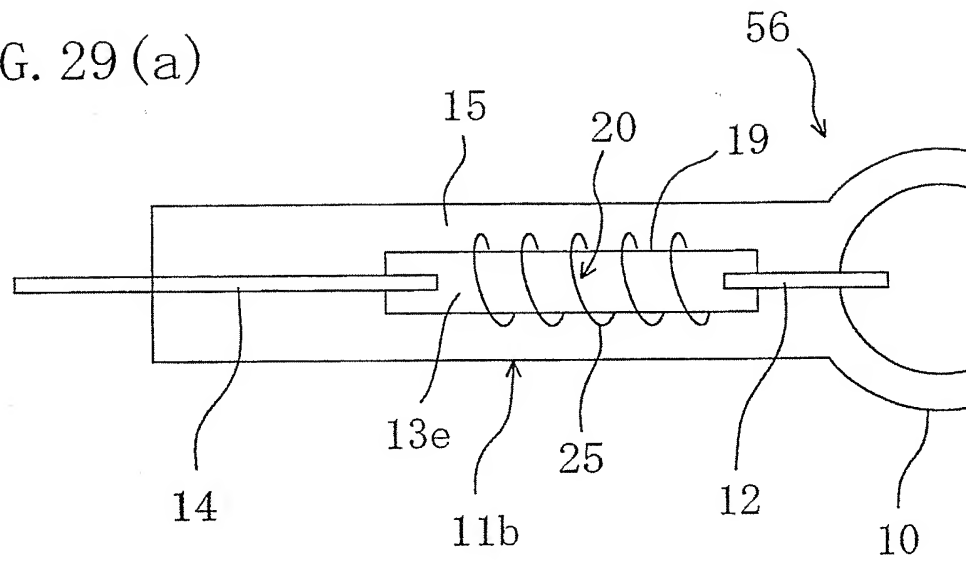
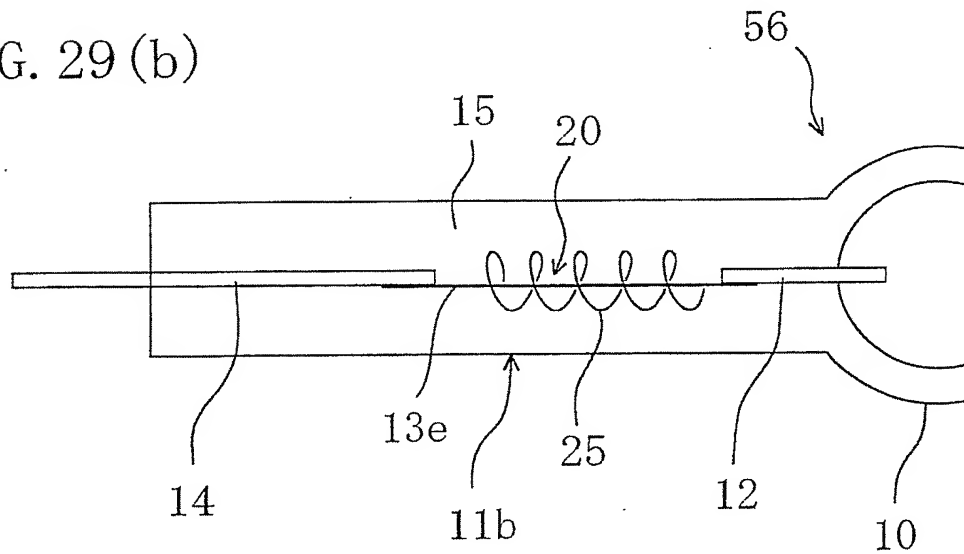
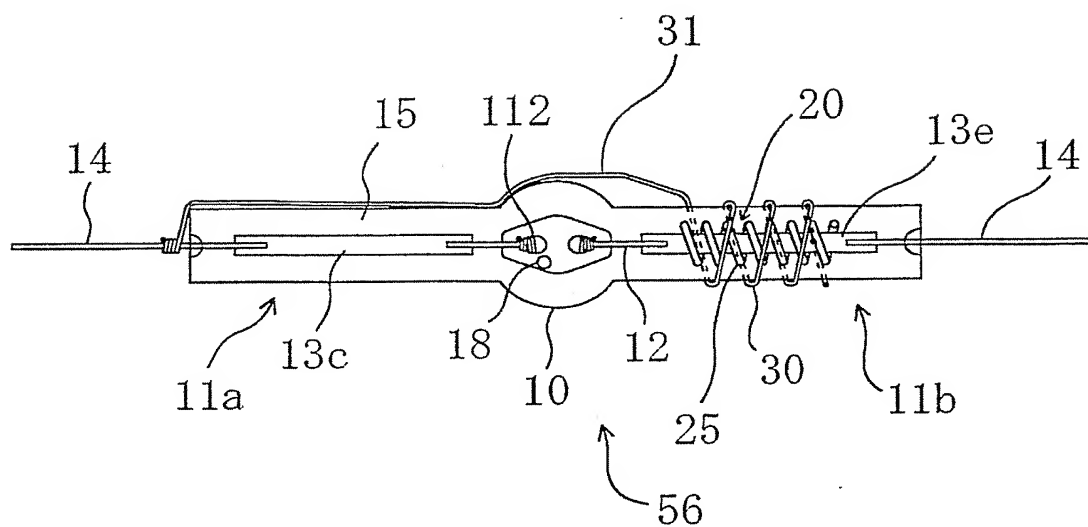


FIG. 29 (b)



29/37

FIG. 30



30/37

FIG. 31 (a)

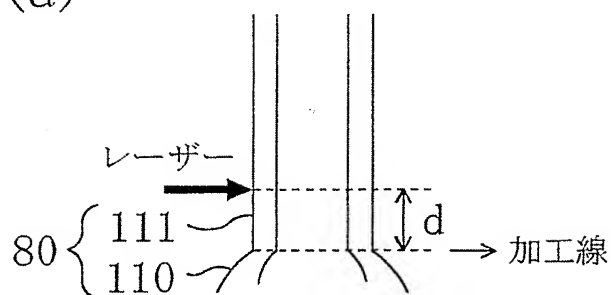


FIG. 31 (b)

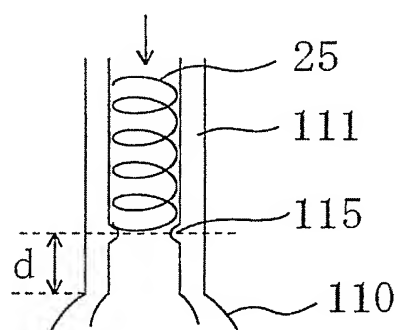


FIG. 31 (c)

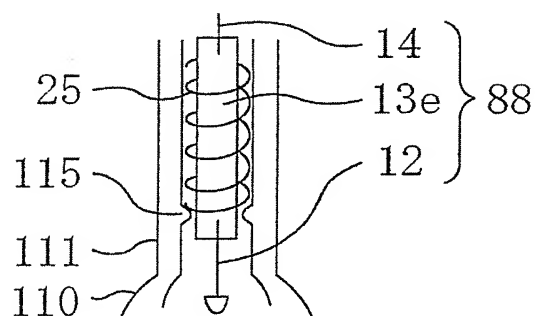
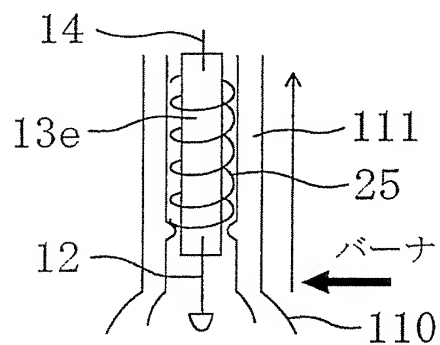
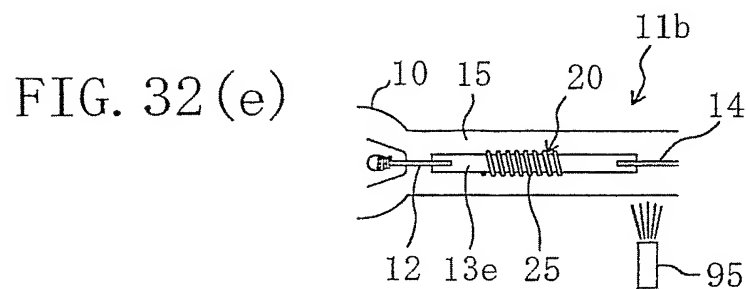
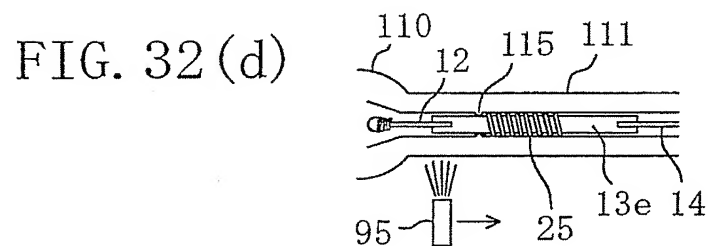
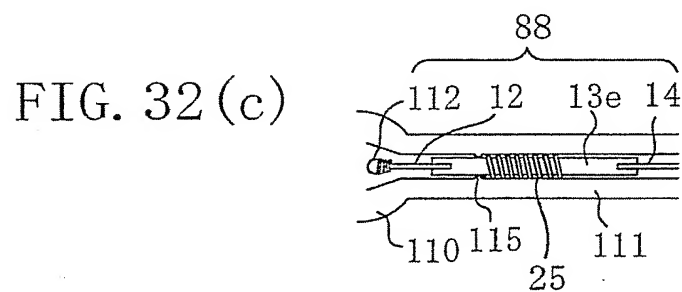
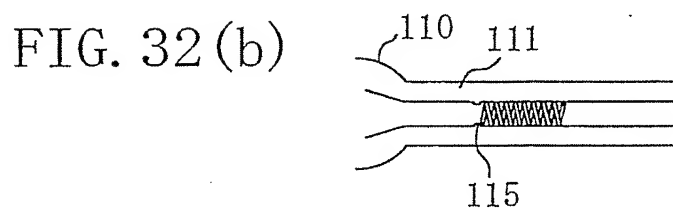
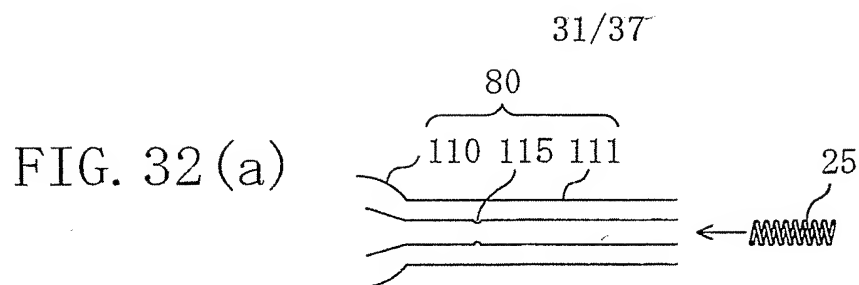


FIG. 31 (d)





32/37

FIG. 33

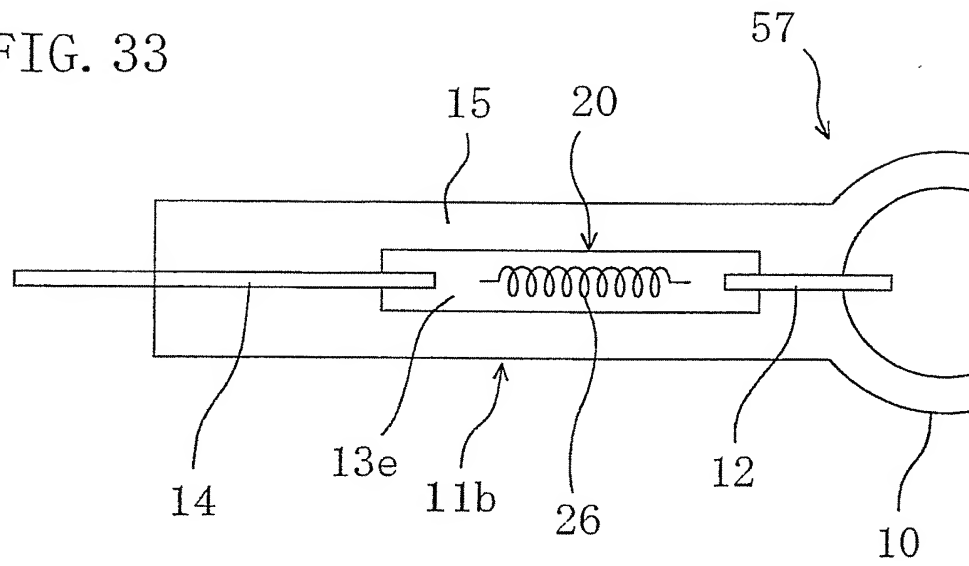


FIG. 34

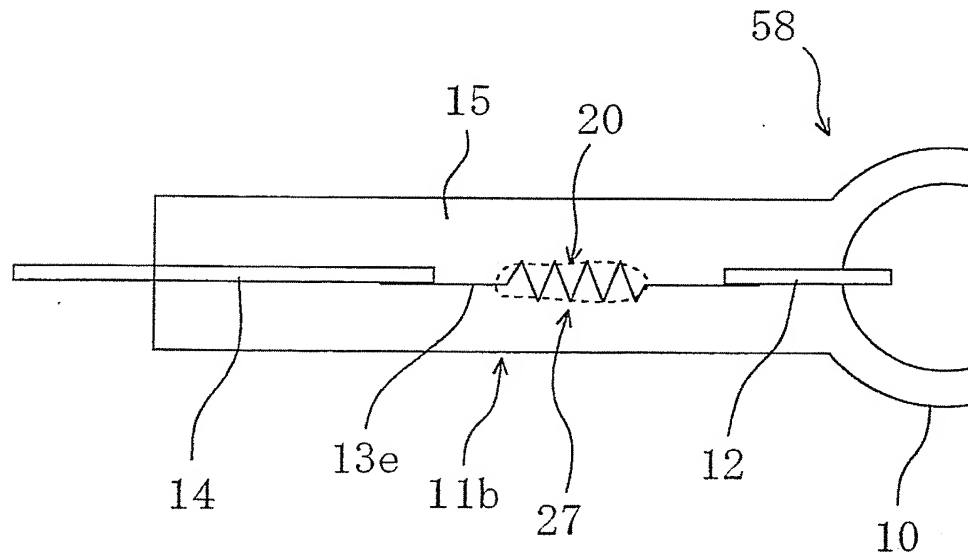


FIG. 35(a)

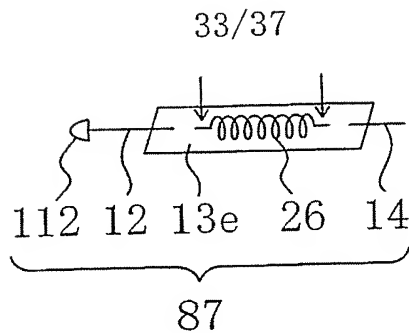


FIG. 35(b)

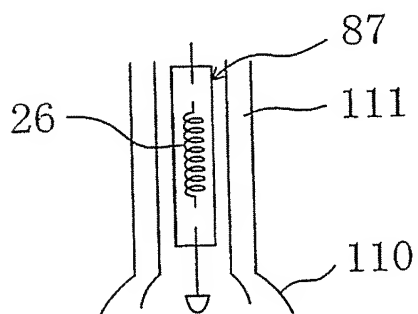


FIG. 35(c)

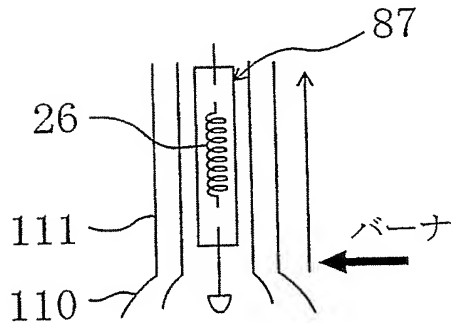
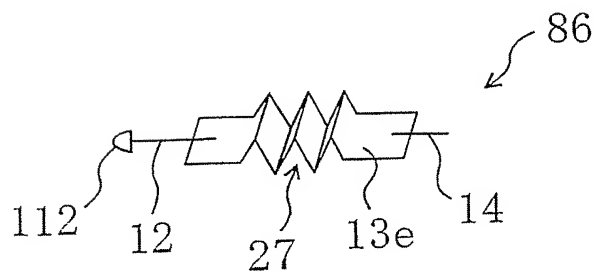


FIG. 36



34/37

FIG. 37 (a)

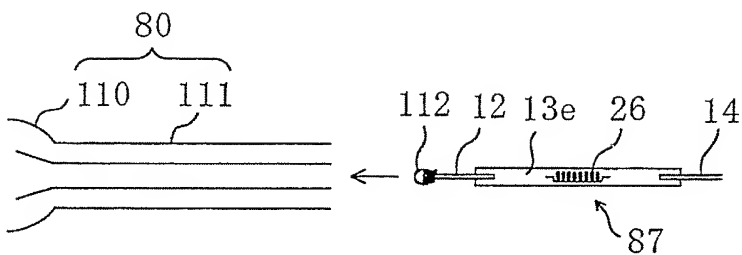


FIG. 37 (b)

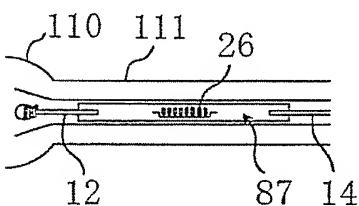


FIG. 37 (c)

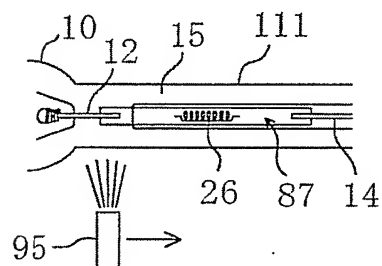
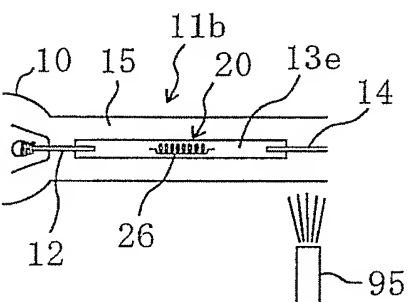


FIG. 37 (d)



35/37

FIG. 38(a)

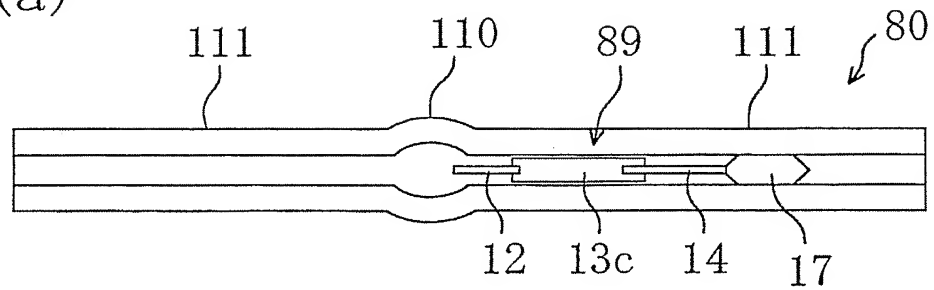


FIG. 38(b)

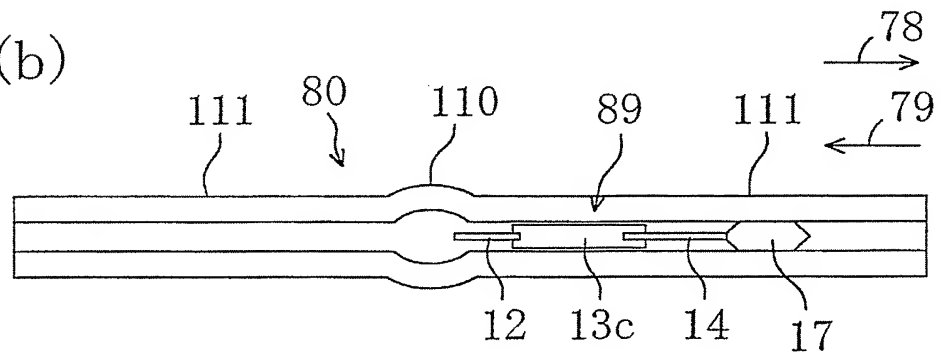


FIG. 38(c)

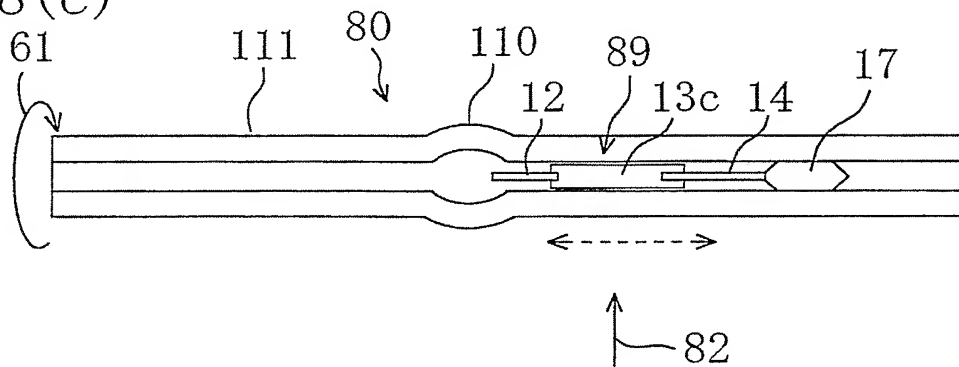
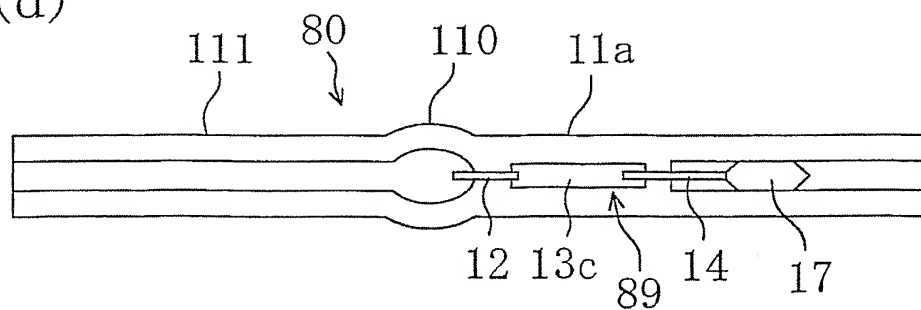
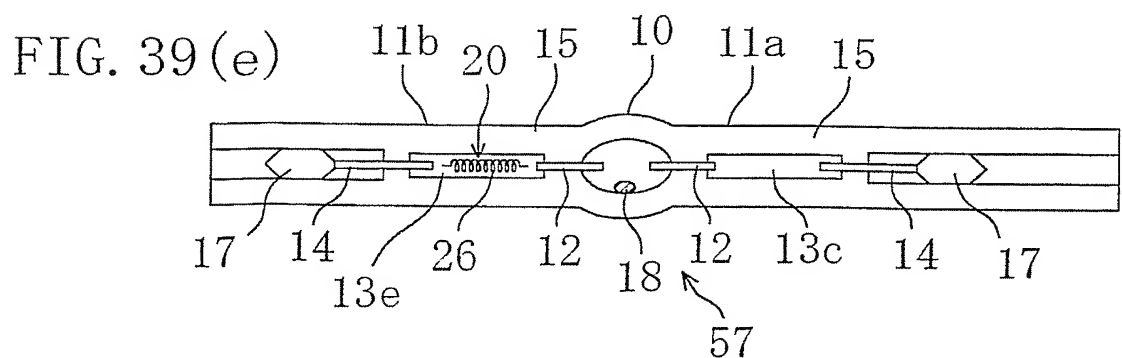
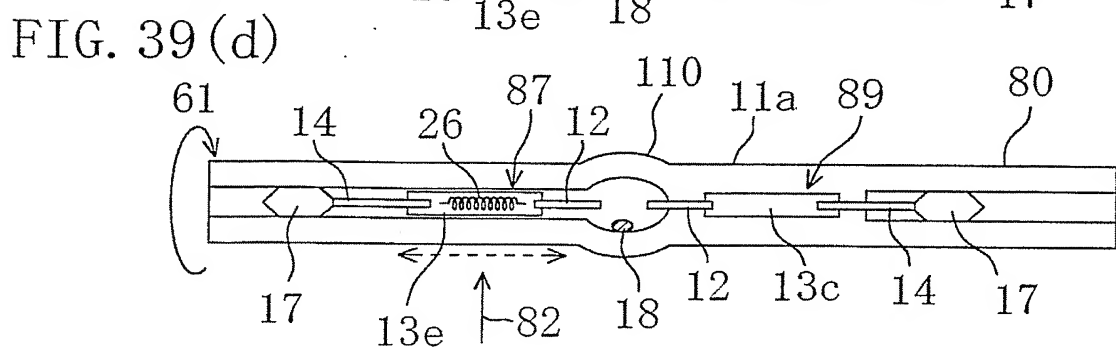
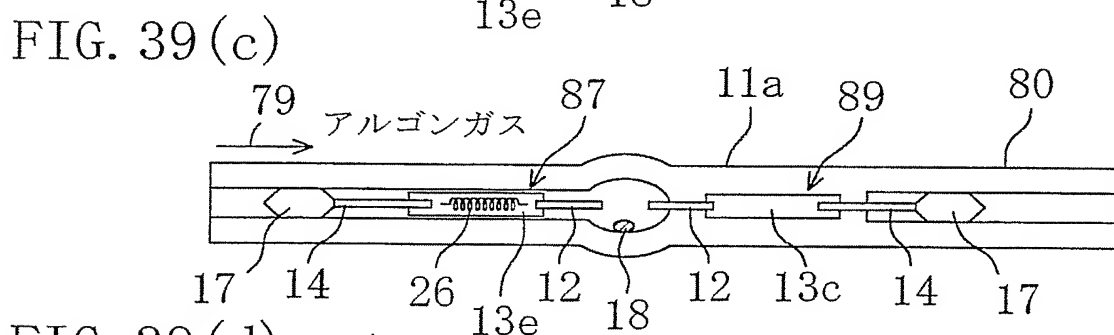
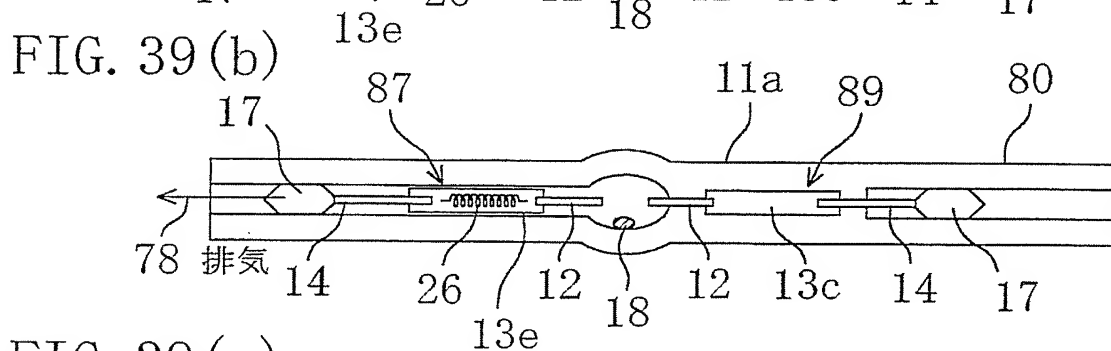
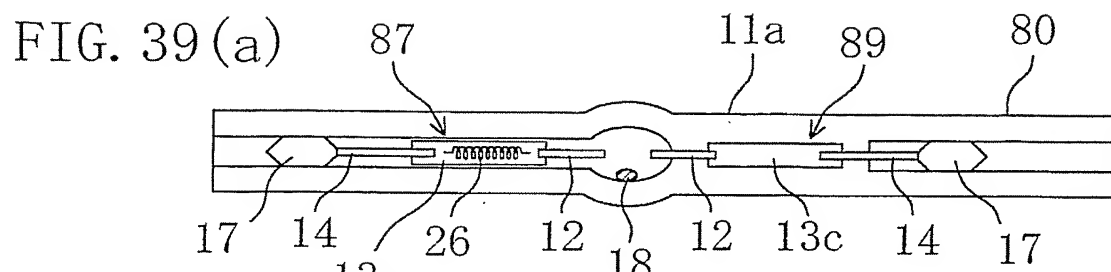


FIG. 38(d)



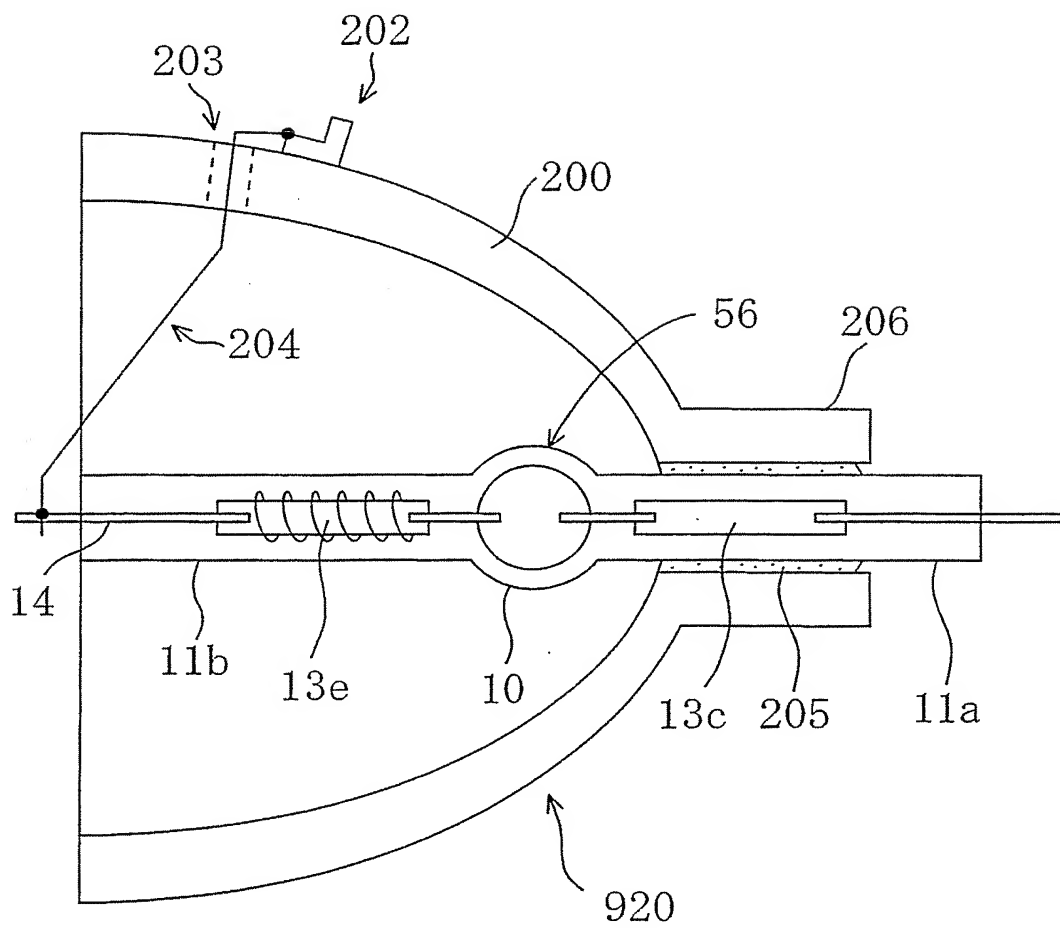


36/37



37/37

FIG. 40



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/04051

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
Int.Cl.<sup>7</sup> H01J61/36, H01J9/26

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl.<sup>7</sup> H01J61/36, H01J9/26

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2003
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2003	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2003

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	US 6294870 B1 (TOSHIBA LIGHTING & TECHNOLOGY CORP.), 25 September, 2001 (25.09.01), Full text; all drawings & JP 11-339723 A	2-6, 20-22 1, 18, 19
Y	WO 00/77826 A1 (KONINKLIJKE PHILIPS ELECTRONICS N.V.), 21 December, 2000 (21.12.00), Full text; all drawings & EP 1104582 A	1, 8, 17-19
Y	JP 2001-266794 A (TOSHIBA LIGHTING & TECHNOLOGY CORP.), 28 September, 2001 (28.09.01), Full text; all drawings (Family: none)	8

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier document but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search  
17 June, 2003 (17.06.03)

Date of mailing of the international search report  
08 July, 2003 (08.07.03)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/04051

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2001-351577 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 21 December, 2001 (21.12.01), Full text; all drawings & US 2002/0047522 A1	17
A	US 5323091 A (GTE PRODUCTS CORP.), 21 June, 1994 (21.06.94), Full text; all drawings & EP 596735 A	1-30
A	JP 2000-348680 A (Ushio Inc.), 15 December, 2000 (15.12.00), Full text; all drawings (Family: none)	1-30
A	WO 97/48116 A (PHILIPS ELECTRONICS N.V.), 18 December, 1997 (18.12.97), Full text; all drawings & JP 11-510956 A	1-30
A	JP 3-210753 A (Matsushita Electronics Corp.), 13 September, 1991 (13.09.91), Full text; all drawings (Family: none)	1-30
A	JP 2-142053 A (Koto Denki Kabushiki Kaisha), 31 May, 1990 (31.05.90), Full text; all drawings (Family: none)	1-30
A	JP 3-261066 A (Matsushita Electronics Corp.), 20 November, 1991 (20.11.91), Full text; all drawings (Family: none)	14-16

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/04051

## Box I Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:  
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
2. ☐ Claims Nos.:  
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
3. ☐ Claims Nos.:  
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

## Box II Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

The "special technical feature" of Claims 1-27 relates to a "cavity structure adapted to prevent electric discharge between the outer edge of the metal foil and the antenna," and differs from the special technical feature of Claims 28-30. Therefore, these inventions, which are not in technical relationship including one or more identical or corresponding special technical feature, cannot be deemed to be so linked as to form a single general inventive concept.

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☒ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

**Remark on Protest** ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.  
☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))  
Int. Cl<sup>7</sup> H01J61/36, H01J9/26

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))  
Int. Cl<sup>7</sup> H01J61/36, H01J9/26

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2003年
日本国登録実用新案公報	1994-2003年
日本国実用新案登録公報	1996-2003年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	US 6 2 9 4 8 7 0 B 1 (TOSHIBA LIGHTING & TECHNOLOGY CORP.)	2-6, 20-22
Y	2001.09.25全文, 全図 & JP 11-339723 A	1, 18, 19
Y	WO 00/77826 A1 (KONINKLIJKE PHILIPS ELECTRONICS N.V.) 2000.12.21全文, 全図 & EP 1104582 A	1, 8, 17-19

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

\* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

17.06.03

国際調査報告の発送日

08.07.03

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)  
郵便番号100-8915  
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

河原 英雄

2G

3006

電話番号 03-3581-1101 内線 3226

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 2001-266794 A (東芝ライテック株式会社) 2001. 09. 28全文, 全図 (ファミリーなし)	8
Y	JP 2001-351577 A (松下電器産業株式会社) 2001. 12. 21全文, 全図 & US 2002/0047522 A1	17
A	US 5323091 A (GTE PRODUCTS CORPORATION) 1994. 06. 21全文, 全図 & EP 596735 A	1-30
A	JP 2000-348680 A (ウシオ電機株式会社) 2000. 12. 15全文, 全図 (ファミリーなし)	1-30
A	WO 97/48116 A1 (PHILIPS ELECTRONICS N.V.) 1997. 12. 18全文, 全図 & JP 11-510956 A	1-30
A	JP 3-210753 A (松下電子工業株式会社) 1991. 09. 13全文, 全図 (ファミリーなし)	1-30
A	JP 2-142053 A (江東電気株式会社) 1990. 05. 31全文, 全図 (ファミリーなし)	1-30
A	JP 3-261066 A (松下電子工業株式会社) 1991. 11. 20全文, 全図 (ファミリーなし)	14-16

## 第I欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見 (第1ページの2の続き)

法第8条第3項 (PCT I 7条(2)(a)) の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求の範囲 \_\_\_\_\_ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。  
つまり、
2. ☐ 請求の範囲 \_\_\_\_\_ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求の範囲 \_\_\_\_\_ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

## 第II欄 発明の単一性が欠如しているときの意見 (第1ページの3の続き)

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるとこの国際調査機関は認めた。

請求の範囲1-27の「特別な技術的特徴」は「金属箔の外縁とアンテナの放電が防止されるようなキャビティ構造」に関し、請求の範囲28-30の特別な技術的特徴と異なるものである。よって、これらの発明は、一又は二以上の同一又は対応する特別な技術的特徴を含む技術的な関係にないから、単一の一般的発明概念を形成するように連関しているものとは認められない。

1. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求の範囲について作成した。
2. ☒ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求の範囲について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求の範囲のみについて作成した。
4. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求の範囲について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあった。  
☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがなかった。